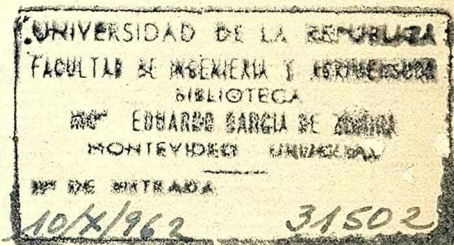


PRODUCCION DE ENERGIA NUCLEOELECTRICA EN EL URUGUAY

Memoria presentada por la Comisión Nacional
de Energía Atómica del Uruguay



Herrera y Reissig 565
Montevideo-URUGUAY

I - PRODUCCION DE LA ENERGIA ELECTRICA EN EL URUGUAY - DENTRO DE LOS PROXIMOS 25 AÑOS

1) - Monopolio de la generación de energía eléctrica por el Estado

El 25 de mayo de 1887 se inauguraron los primeros servicios de alumbrado eléctrico en Montevideo, capital de la República, lo que dió a dicha ciudad prioridad, en este sentido, sobre las otras ciudades de Sud América.

En realidad, la iniciación del alumbrado eléctrico data del año 1884, pero se trató de un ensayo de poca duración y que no se continuó por los inconvenientes que fueron apareciendo y que no pudieron ser subsanados. Fue pues la primera fecha indicada la que marca efectivamente la iniciación de la industria eléctrica uruguaya, propulsada por la actividad de hombres de empresa y financiada totalmente por capitales particulares, pero que comenzó con un lento desarrollo por el reducido número de suscriptores a que se había llegado en el año 1889, que era de 148.

La empresa, que se denominaba "Empresa de la Luz Eléctrica", y había instalado para atender los servicios un motor de 500 HP se vió pronto sometida a grandes vicisitudes económicas, siendo sustituida por otra denominada "Compañía Nacional de Electricidad" la que procedió a instalar nuevas máquinas.

En 1895 entró en servicio una nueva usina, la "Usina del Arroyo Seco", constatándose en esa época una apreciable demanda, pues existían 270 suscriptores con 6419 lámparas y en el alumbrado público un total de 3547 picos de luz.

Continuaron no obstante, los desastres financieros y cambios de dueños hasta que en el año 1896 por Ley

de 12 de febrero, pasa a poder del Estado, estableciéndose que la explotación del Servicio de "Luz Eléctrica" se realizaría de preferencia por intermedio de una empresa particular autorizando con tal objeto al Poder Ejecutivo para celebrar el respectivo contrato de arrendamiento, siempre que el arrendatario se sometiera a las condiciones estipuladas en el mismo.

En vista de que no pudo realizarse la contratación antes indicada, se continuó la explotación por intermedio de un Consejo Administrativo designado por el Poder Ejecutivo, pero haciendo entrega de la Usina a la Junta Económico Administrativa. La intervención del Estado es nuevamente reglamentada en 1897. En esa época la ciudad de Montevideo contaba con 3720 lámparas incandescentes y 16 arcos voltaicos.

En 1905, un nuevo decreto concreta más aun la intervención del Estado y en 1906 se vota la ley de transformación de la "Luz Eléctrica", que en adelante se denominará "Usina Eléctrica de Montevideo". Por esta ley, reglamentada por decreto del 10 de octubre de 1906, se autoriza "al Poder Ejecutivo a adquirir los materiales, maquinarias, conductores y accesorios en general, así como para contratar la construcción de las obras relativas a la modificación de las instalaciones existentes en la "Luz Eléctrica" y ejecución de las nuevas con arreglo a los Sistemas más perfeccionados y seguros, y a los efectos de la provisión del alumbrado público y particular, de la energía motriz y demás aplicaciones de la electricidad".

Por otra parte se "autoriza al Poder Ejecutivo para emitir y vender obligaciones hipotecarias al portador, sobre la "Usina Eléctrica de Montevideo" hasta la suma de un millón doscientos mil pesos" siendo "el servicio de interés y amortización efectuado y atendido por el Estado con los proventos de la "Usina Eléctrica de Montevideo" y sub-

sidiariamente con las rentas generales". Se establece en la ley y decreto citados todo lo relacionado con la fijación de tarifas, inversión de las utilidades, forma de adquisición de maquinarias, materiales y obras etc.

Luego de la indecisión e irregularidad de los primeros tiempos de marcha lenta, se entra, a partir del año que consideramos, en un período de crecimiento rápido del alumbrado que exigía la ampliación de la Central de Arroyo Seco, hoy denominada "Ingeniero Santiago Calcagno" inaugurándose en 1909 nuevas máquinas.

El desarrollo creciente que hemos indicado exigió una nueva inversión "de un millón de pesos en la ampliación y ensanche de la transformación ya realizada y en la extensión de las instalaciones" "para servir centros importantes de población - del departamento de Montevideo la que fué autorizada por la ley complementaria aprobada en 1911".

El progreso continuaba y en forma tan avasalladora y de efectos tan halagüeños, que los legisladores creyeron necesario darle aún mayores posibilidades, abrirle nuevos horizontes a esa moderna actividad que tan benéficos resultados estaba produciendo al país, y se voto el 18 de octubre de 1912, la ley que crea, bajo la dependencia del Poder Ejecutivo, la Administración General de las Usinas Eléctricas, confiriéndole "con exclusión de toda otra empresa o persona, la provisión a terceros de energía eléctrica para alumbrado, fuerza motriz y demás aplicaciones en todas las ciudades y pueblos de la República".

Esta ley, que ha proporcionado la sólida base sobre la cual, en forma efectiva, se ha desarrollado la industria eléctrica en el Uruguay, y en cuyo articulado se establecen en forma precisa, las normas orientadoras de aquella actividad, merece ser considerada con cierta detención.

Así, en ella se determina como proceder para el establecimiento de nuevos servicios en las poblaciones de la República y como rescatar las concesiones que habían sido ya otorgadas;

como celebran contratos, para el suministro de energía eléctrica con los Organos que regían administrativamente los departamentos, en que se divide el territorio nacional desde el punto de vista político, o con los particulares.

Se establecen también las servidumbres a que quedan sujetos los edificios, calles, plazas etc. a los efectos de la construcción de líneas.

Se declara de utilidad pública la expropiación de los terrenos necesarios para las instalaciones y se confiere a la Institución la facultad de efectuar directamente, o por las personas a quienes ella autorice, las instalaciones requeridas por la utilización de la energía eléctrica en el interior de los edificios públicos o privados.

Se determina la constitución, con las utilidades líquidas, de un fondo de reserva, y el empleo a dar al excedente, en cada Departamento, para la rebaja de tarifas.

Se crean los recursos con que ha de contar la industria para hacer frente a sus obligaciones, autorizando al Poder Ejecutivo a "emitir y vender, total o parcialmente, títulos de deuda, interna o externa, por un monto de 4.500.000 de pesos - efectuándose "el servicio de intereses y amortización que demanden esas operaciones, con los recursos producidos por la explotación de las usinas eléctricas y subsidiariamente con las rentas generales de la Nación."

Y finalmente entre otros puntos más, se fija la norma de administración que será por un Directorio y la manera de efectuar las adquisiciones.

Los medios y facilidades proporcionadas por la ley - que acabamos de comentar rápidamente, fueron utilizados para - llevar a la Administración General a un grado de adelanto y - prosperidad extraordinaria convirtiéndola en uno de los organismos fundamentales de la técnica y de la economía del país.

SECRETARÍA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
BIBLIOTECA
CASILLA DE CORREO

Es así que estando en pleno desarrollo su plan de electrificación total del territorio nacional, se le autorizó - por la ley de 15 de octubre de 1931 a tomar a su cargo la construcción y explotación de las nuevas redes telefónicas a instalarse en la República y a ejercer el monopolio de las comunicaciones por cable en el país.

Se efectúa así bajo el impulso de un progreso creciente una nueva ampliación de las actividades de la institución - que estamos considerando, la que pasa ahora a ser designada con el nombre de Administración General de las Usinas Eléctricas y los Teléfonos del Estado. En el año 1957 el número de suscriptores asciende a 500.000.

En resumen, en nuestro país, por ley del 21 de octubre de 1912, el mercado eléctrico fué organizado en forma de monopolio estatal, habiéndose iniciado su explotación con la entonces llamada Usina Eléctrica de Montevideo.

Los años comprendidos entre 1912 y 1930 constituyen un período de expansión durante el cual se expropiaron diversas centrales de generación ubicadas en el interior de la República.

En 1931 se estatizaron los servicios telefónicos, con firiéndose su administración al mismo organismo que ejerce el suministro eléctrico.

En 1947 se nacionalizó la última usina particular con la que se completó el monopolio eléctrico, bajo cuyo régimen se encuentra desde entonces todo el territorio nacional, con la única excepción de aquellos consumidores que generan su propia energía.

Por mandato legal, el gobierno de este mercado lo ejerce un Ente Autónomo dirigido por un cuerpo que, según la Constitución de la República, debe ser integrado por cinco miembros, representantes de los partidos políticos mayoritarios, que se renuevan cada cuatro años, período constitucional establecido para los cargos efectivos nacionales.

La autonomía otorgada al Ente está restringida por varias obligaciones constitucionales y legales, entre las que figuran la de someter a la aprobación del Tribunal de Cuentas de la República y al Poder Ejecutivo, los Presupuestos Generales de Gastos del Instituto y las tarifas de energía eléctrica y de servicios telefónicos.

Estas restricciones han sido establecidas con el fin de radicar en el Gobierno Nacional facultades que permitan combatir la tendencia a elevar los precios de venta que es propia de toda explotación monopolística.

Con esta organización se ha logrado eliminar de la explotación de la energía eléctrica a los capitales privados, sustituyéndolos por patrimonio estatal; se ha unificado el dominio eléctrico al establecer el monopolio integral en todo el territorio nacional; se ha trabado el alza monopolista al restringirle la autonomía conferida y, al centralizar el gobierno de toda la actividad eléctrica, se ha fortalecido notablemente uno de los más importantes sectores de la economía nacional.

Este Ente Autónomo es U.T.E., sigla que identifica a la Administración General de las Usinas Eléctricas y los Teléfonos del Estado.

La Administración General ante el advenimiento de la era nuclear, siguiendo sus normas de progreso técnico, dispuso por resolución R 56.-123.655 de 12 de Julio de 1956, instituir e integrar la Comisión de Energía Atómica del ente con el cometido de estudiar y asesorar de acuerdo a los resultados a que llegue sobre la conveniencia de que las próximas centrales de generación sean o no del tipo nucleoelectrico. Esta Comisión ha seguido y sigue muy de cerca todos los resultados previstos y obtenidos en el ejercicio de las centrales nucleoelectricas actualmente en funcionamiento, reuniendo sobre las mismas abundante información la cual es complementada por la que han suministrado los técnicos del Ente que han sido enviados en misión de estudio a visitarlas.

Como se deduce de lo expuesto la U.T.E. se interesa por el tema de la generación de energía eléctrica con base nuclear, pero dadas las posibilidades financieras y económicas del Uruguay debe proceder con cautela en la elección del tipo de las próximas centrales generadoras, que de acuerdo a las previsiones estudiadas, debe instalar en los próximos 25 años.

vcl.

INSTITUTO DE INGENIERIA Y AGRICULTURA
BIBLIOTECA
CARILLA DE COLECCION N.º 20
MONTIVIDEO - URUGUAY

2 - Producción de energía eléctrica en los próximos 42 años

- a) - Curva de consumo.
- b) - Consumo por habitante.
- c) - Curva de generación de energía.

Antes de entrar a los temas que particularmente serán objeto de estudio en este artículo, se hará referencia a antecedentes estadísticos que sobre el consumo eléctrico en la República, posee la Administración General de las Usinas y los Teléfonos del Estado, pues se estima que los mismos serán fundamentales para determinar las curvas de previsión que motivan este artículo.

En los últimos 10 años el factor de incremento acumulativo anual de la energía consumida total fué del 9.58%, porcentaje que constituye un índice firme del rápido y sostenido aumento de la producción eléctrica que apenas alcanza a cubrir la creciente demanda exigida por el desenvolvimiento económico-industrial, social y demográfico del país.

Ahora bien, siendo la electricidad la mayor fuente de energía del país y teniendo aplicaciones extremadamente variadas, en utilidad, espacio y tiempo, es de sumo interés, estudiar las evoluciones que en ellos han cumplido sus económicamente diferentes utilizaciones e indagar las causas que las han provocado.

Para efectuar este estudio, hemos distinguido, en nuestro dominio eléctrico - dos zonas: Interior y Montevideo, en las que es posible agrupar suscriptores y consumos, por sus similares condiciones económicas, industriales y sociales: y además, porque los suministros eléctricos en el Interior son semejantes entre sí y completamente diferentes al que se cumple en la Capital.

En ambas zonas, se han establecido en "por ciento" de los totales, los correspondientes valores de los consumos, de los suscriptores y de las cargas, habiéndose calculado además, los respectivos factores de incremento acumulativo anual entre los años 1942, 1947, 1952, y 1957.

Las cifras correspondientes figuran en los cuadros siguientes:

CONSUMOS TOTALES DE MONTEVIDEO Y DEL INTERIOR, EN PORCIENTO DEL CONSUMO TOTAL DE LA REPUBLICA

en los años:

	<u>1942</u>	<u>1947</u>	<u>1952</u>	<u>1957</u>
Montevideo	89%	87%	81%	75%
Interior	11%	13%	19%	25%

SUSCRITORES DE MONTEVIDEO Y DEL INTERIOREN PORCIENTO DE LOS SUSCRITORES TOTALES DE LA REPUBLICA

en los años:

	<u>1942</u>	<u>1947</u>	<u>1952</u>	<u>1957</u>
Montevideo	74%	71%	67%	64%
Interior	26%	29%	33%	36%

FACTORES DE INCREMENTO ACUMULATIVO ANUAL DE LA ENERGIA CONSUMIDA

en los períodos:

	<u>1942-1957</u>	<u>1947-1957</u>	<u>1952-1957</u>
Montevideo	8.11%	7.99%	7.46%
Interior	15.65%	16.79%	16.19%
Total	9.38%	9.58%	9.31%

FACTORES DE INCREMENTO ACUMULATIVO ANUAL DEL NUMERO DE SERVICIOS

en los períodos:

	<u>1942-1957</u>	<u>1947-1957</u>	<u>1952-1957</u>
Montevideo	2.49%	4.04%	4.08%
Interior	5.85%	7.59%	7.16%
Total	3.50%	5.15%	5.11%

FACTORES DE INCREMENTO ACUMULATIVO ANUAL DE CARGAS

en los períodos

	<u>1942-1957</u>	<u>1947-1957</u>	<u>1952-1957</u>
Montevideo	7.78%	8.57%	8.45%
Interior	11.12%	12.35%	10.78%
Total	8.29%	9.16%	8.85%

Los índices obtenidos ponen de manifiesto la existencia de dos evoluciones en el desenvolvimiento general de los consumos eléctricos.

La evolución correspondiente a Montevideo presenta un

aumento firme e importante ya que los factores acumulativos de la energía, de la carga y del número de suscritores se mantienen con insignificantes variaciones, alrededor de valores representativos de efectivo progreso.

No obstante ésto, es oportuno señalar que se insinúa un leve descenso en el aprovechamiento de las potencias demandadas por los suscritores de Montevideo.

Es la evolución de los consumos eléctricos en el interior la que presenta los mayores valores en los mismos índices acumulativos que los calculados en la Capital.

En consecuencia la afirmación de que el desarrollo global del consumo de energía eléctrica en el país, debe a la evolución en el Interior los elevados valores de los índices de crecimiento, está perfectamente demostrada.

Para obtener nuevos elementos que permitan proseguir el análisis en procura de la dilucidación de las causas que han determinado esas dos evoluciones, corresponde estudiar la participación que en el consumo eléctrico total del país han tenido los consumos parciales a distintas tarifas.

Estas participaciones figuran en los cuadros siguientes:

MONTEVIDEO

<u>T1 + T5 + T3</u>	<u>T2</u>	<u>Tr</u>	<u>Total Montevideo</u>
<u>Total del País</u>	<u>Total del País</u>	<u>Total del País</u>	<u>Total del País</u>
1947 - 25.67 %	50.72 %	10.25 %	86.64 %
1952 - 28.80 %	37.44 %	15.15 %	81.39 %
1957 - 33.42 %	28.73 %	12.59 %	74.74 %

INTERIOR

			<u>Total del Interior</u>
			<u>Total del País</u>
1947 - 5.84 %	4.69 %	2.83 %	13.36 %
1952 - 8.20 %	6.61 %	3.80 %	18.61 %
1957 - 10.68 %	6.99 %	7.59 %	25.26 %

1º - El período estudiado considera la etapa de post-guerra (1947-1952-1957).

Se tomó el año 1947 como el que mejor representa el anormal período 1938-1947, en el que no se había logrado estabi-

lizar condición alguna, ni económica, ni comercial, ni social.

En consecuencia, tomando como punto de partida los porcentajes correspondientes a 1947 y cotejándolos con los de los años sucesivos, surgirán o no variaciones de consumos provocadas por la recuperación de las condiciones generales de la actividad mundial.

El análisis de las distintas tarifas, de acuerdo a lo anteriormente expuesto, se cumple observando los porcentajes:

2º - Tarifas T1 + T5 + T3. (General de alumbrado y casas habitación). Los consumos efectuados a estas tarifas han tenido, tanto en Montevideo como en el Interior, un crecimiento prácticamente regular, ajeno a toda influencia de carácter extra nacional.

3º - Tarifa T2 (Fuerza Motriz). Los consumos de esta tarifa presentan, en Montevideo un descenso en el año 1952 respecto a los valores alcanzados en 1947, provocados por causas que afecten exclusivamente a las actividades conectadas a tarifa de fuerza motriz.

No habiéndose comprobado en la actividad nacional, causas que hayan podido provocar ese descenso y coincidiendo éste con el período de recuperación post-bélica que aniquiló a las industrias locales surgidas al amparo de las restricciones del conflicto mundial, se infiere que el mencionado descenso es consecuencia del retorno a la normalidad de las condiciones generales del orbe.

4º - Tarifa TR en Montevideo (Tarifas restantes, incluyen todas las demás tarifas). El aumento registrado en los consumos a estas tarifas en Montevideo se correlaciona con la disminución de los consumos facturados a tarifa 2 (T2).

5º - Tarifas TR en el Interior. Los consumos efectuados a las demás tarifas TR acusan un desarrollo firme y rápido exento de toda irregularidad por lo que debe desecharse toda causa extraña a la actividad nacional.

Vemos que este estudio, que abarca de la terminación de la guerra hasta la actualidad, permite circunscribir los efectos directos del período post-bélico a la única irregularidad - constatada: la reducción de la participación de los consumos a ta rifa T2 en el consumo general.

Sus efectos mediatos, junto con otros emanados de diferentes medidas tomadas por las principales potencias mundiales, han sido los de regularizar y tonificar las condiciones generales del desenvolvimiento mundial y por consiguientes las de nuestro país.

En resumen, el análisis expuesto nos ha permitido eliminar la posibilidad de que las causas del rápido incremento de los consumos eléctricos del Interior, radicarán entre las surgidas directamente de la recuperación post-bélica.

Al no estar comprendidas en las correspondientes a esa recuperación mundial, las causas de ese incremento del Interior deben residir en un dominio económico menor donde sus acciones - puedan ser lo suficientemente generales, directas y eficaces como para provocar los efectos analizados en esos consumos.

Ese dominio no puede ser otro que el eléctrico.

Entre los hechos acaecidos en este dominio eléctrico en el período en que se acusa el ascenso de los consumos del Interior se han separado aquellos cuyas acciones puedan ser causas de los efectos constatados.

En el año 1945 la U.T.E. adquirió las Usinas Eléctricas de Rivera, Castillos y Lazcano, con unos 2.790 servicios y un consumo anual de 1.080.000 kWh.

En el año 1947 esta Administración culminó la implantación del Monopolio Integral con la adquisición de la Usina Eléctrica de Melo con 2.360 servicios y un consumo de 1.200.000 kWh anuales.

Estos hechos ejercen una acción que contribuye a explicar, aunque sea parcialmente el aumento de los "porcientos" considerados pero que no llegan a tener entidad suficiente como para - atribuirles una importancia capital.

Es en el año 1946 que la U.T.E. promulga una de las medidas de mayor trascendencia social y económica que haya dictado hasta el presente: la igualación de las tarifas para todos los suscriptores del país eliminando los diferentes precios regionales de venta, todos ellos superiores a los que regían en Montevideo.

Con esta equiparación tarifaria, la U.T.E. aportó al Interior una contribución económica anual cuya creciente importancia permite inferir una correlación directa entre esos montos que se incrementan anualmente y los índices porcentuales - presentados.

El vínculo de causa a efecto se ha hecho evidente: el Interior ha acusado los efectos estimulantes de esta precursora medida del Ente, ampliando y extendiendo su demanda de electricidad con ritmo acelerado.

Esta ascendente demanda obligó a la U.T.E. a la adopción de recursos técnicos que solucionarán el aspecto económico de esos suministros resentidos por crecientes pérdidas.

Del estudio pertinente surgió el proyecto de ejecución de las grandes redes de alta tensión y la construcción de la central hidroeléctrica de Baygorria. Con ellos se podrá cumplir por algunos años los cometidos de atender la demanda de energía eléctrica y disminuir paulatinamente los desequilibrios económicos.

Las fecundas proyecciones de estas obras radican en la incorporación definitiva de electricidad a grandes zonas agropecuarias y granjeras, las que verán sus actividades beneficiadas por la disponibilidad de esa energía.

Como corolario surge la función directriz que sobre los consumos tienen las tarifas eléctricas, cuya capacidad de estímulo ha hecho, no solamente incrementar la demanda en el Interior, sino que contribuye en importante medida al mejoramiento de las condiciones sociales de nuestro país.-

El presente capítulo se ilustra con dos gráficas, acerca de las cuales cabe formular las siguientes aclaraciones.

Lámina I - 1) - Centro de Consumo y Centrales de Generación.

Indica la ubicación geográfica de los principales centros de consumo, ya sean alimentados por redes de alta tensión (Sistema Montevideo-Rincón) o por Generación Diesel.

Se han ubicado asimismo las centrales de Generación del Sistema Montevideo-Rincón, así como la central hidroeléctrica - de Rincón de Baygorria, que se halla en construcción.

Lámina I - 2) - Curvas de previsión. Estas curvas resultaron de un estudio efectuado a fines del año 1955, e indican los valores de la energía generada, la energía consumida y la potencia demandada en el período que resta para concluir el presente Siglo.

En el período 1935-1957 el consumo de energía presenta un incremento acumulativo anual promedio del 9.1% ; es razonable prever que en el período 1958 - 1970 continúe este crecimiento, debido que se mantienen en el país las características generales que han regulado su desarrollo industrial y demográfico, no habiendo razones que justifiquen por el momento una alteración de tales circunstancias.

Es muy posible, por lo anteriormente expuesto, que en los próximos 25 años las previsiones de la curva se ajusten a los consumos reales, pudiendo tildarse asimismo de relativamente pesimistas los valores previstos para el período 1985-2000.

En cuanto a la potencia demandada, se ha podido establecer con relativa facilidad el límite mínimo de potencia hidráulica a instalarse, quedando entonces definida toda una zona de potencias a cubrir con fuentes térmicas o nucleares.

El consumo de energía eléctrica por habitante, es bas-

tante difícil de establecer con exactitud en razón de que no hay valores que expresen con suficiente garantía el número total de habitantes de la República. A pesar de ello, se estimó para 1955 una población de 2.990.000 habitantes, lo que dió un consumo total por habitante de 259 kWh/hab.

Si se divide el consumo de energía en los rubros a) - industrias y tracción y b) doméstico, comercial, alumbrado público y otros, siguiendo el criterio adoptado por "Unión Internationale des Producteurs et Distributeurs D'Energie Electrique-Statistiques" y "Statistical Year-book of the World Power Conference" se concluye que para ese año es a) 46 % (119 kWh/hab) y b) 54 % (140 kWh/hab).

A título de comparación, en EE.UU. es a) 51 % y b) 49%, y en Gran Bretaña es a) 54 % y b) 46 %.

Las curvas de previsión mencionadas quedan sujetas a periódicas revisiones para lograr los pertinentes ajustes que corrijan los desacuerdos, que inevitablemente han de producirse entre los valores calculados los reales, y que son propios a todo estudio de previsión.

A pesar de que el lapso transcurrido desde entonces - (1955) no ofrece un fundamento de valor como para poder inferir el acierto total o el completo error de las hipótesis supuestas, ofrecemos a continuación un cotejo entre los valores previstos en las curvas y los valores reales obtenidos en el ejercicio - 1957.

1 9 5 7

1958

	Valores Previst.	Valores Registr.	Error Prim. Correg.	Valores Previst.
Energía Generada entre				entre
en Miles de kWh	1.200.000			1.300.000
en todo el país		1.155.000	-4.95% - 2.22 %	
y				y
	1.230.000			1.350.000
Energía Vendida entre				entre
en Miles de kWh	950.000	924.944	-5.12% - 2.36 %	1.050.000
en todo el país				
y				y
	1.000.000			1.100.000
Potencia deman. entre				entre
en kW. en todo	260.000	255.700	-3.8 % + 0.314%	280.000
el país.				
y				y
	270.000			293.000

Es necesario destacar que en los meses de Junio, Julio y principios de Agosto los paros y huelgas generales afectaron - las actividades industriales, estimándose en unos 27.000.000 kWh. la pérdida en el incremento del consumo.

Con esta consideración podemos obtener el error corregido, diferencia entre el valor previsto y el valor real que se hubiera registrado de no haberse producido las alteraciones mencionadas.

- Localidades alimentadas por redes de A. T.
- Localidades con generación Diesel

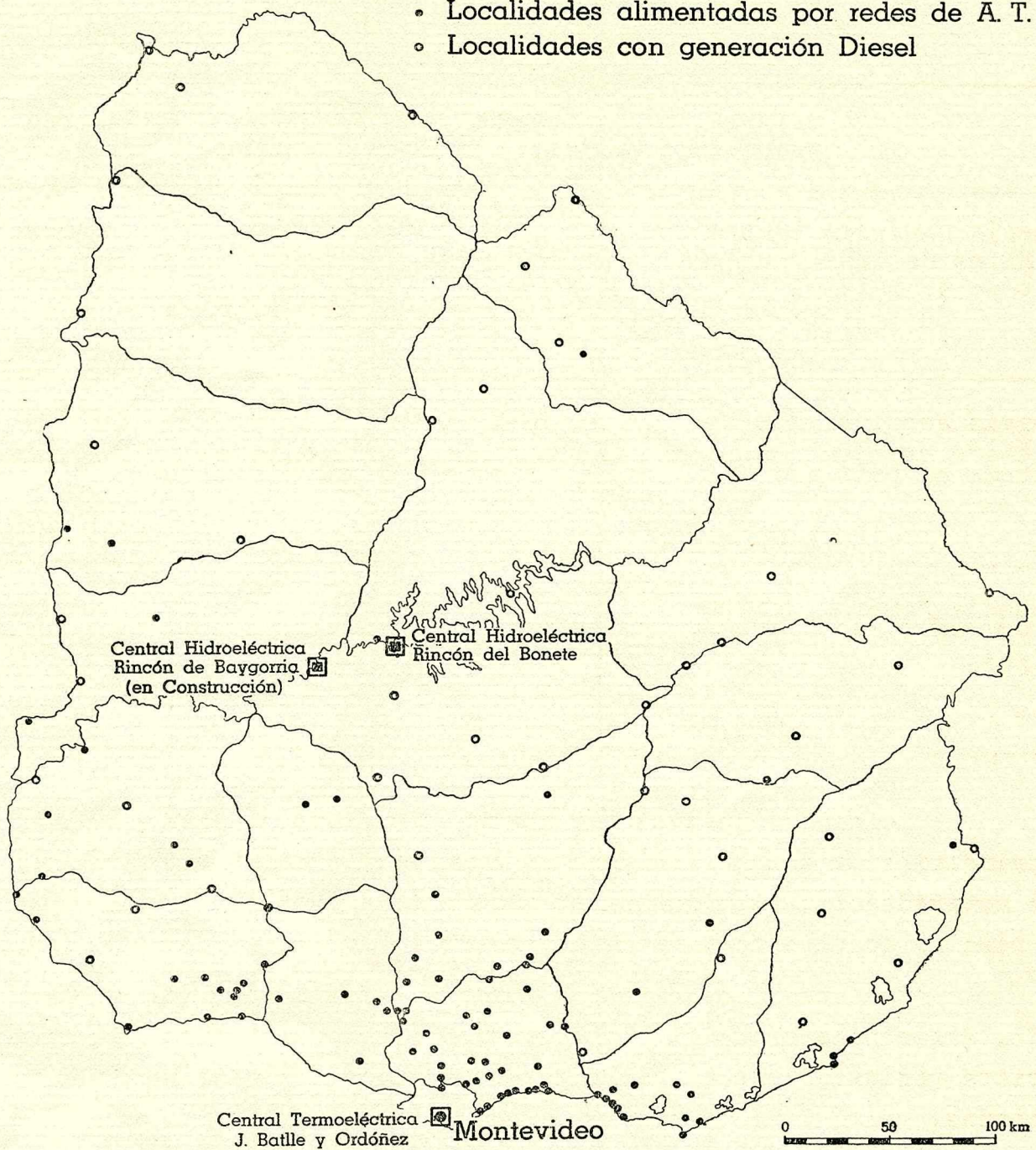
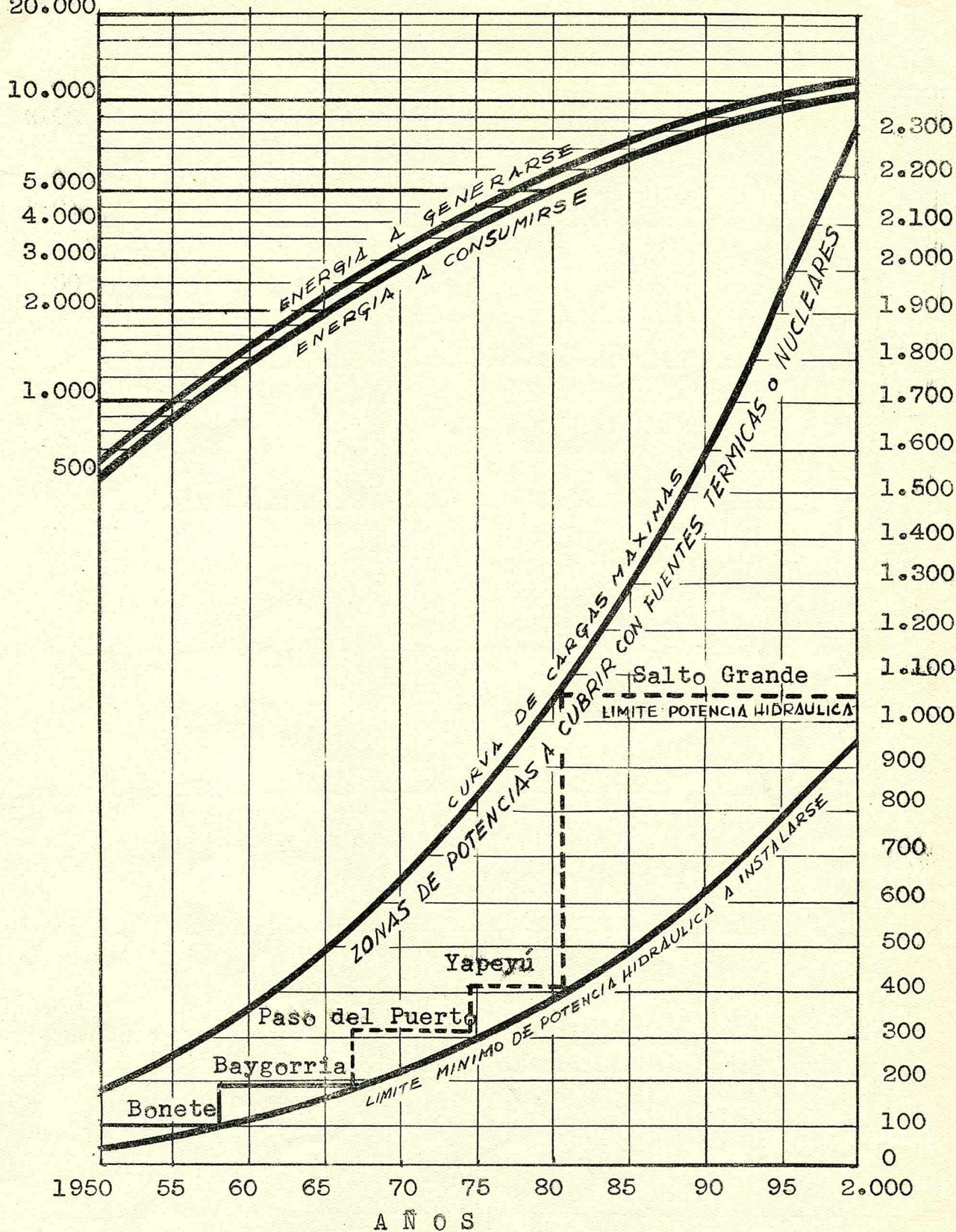


Lámina I - 1

Mill. de kWh
20.000

CURVAS DE PREVISION

Miles de kW



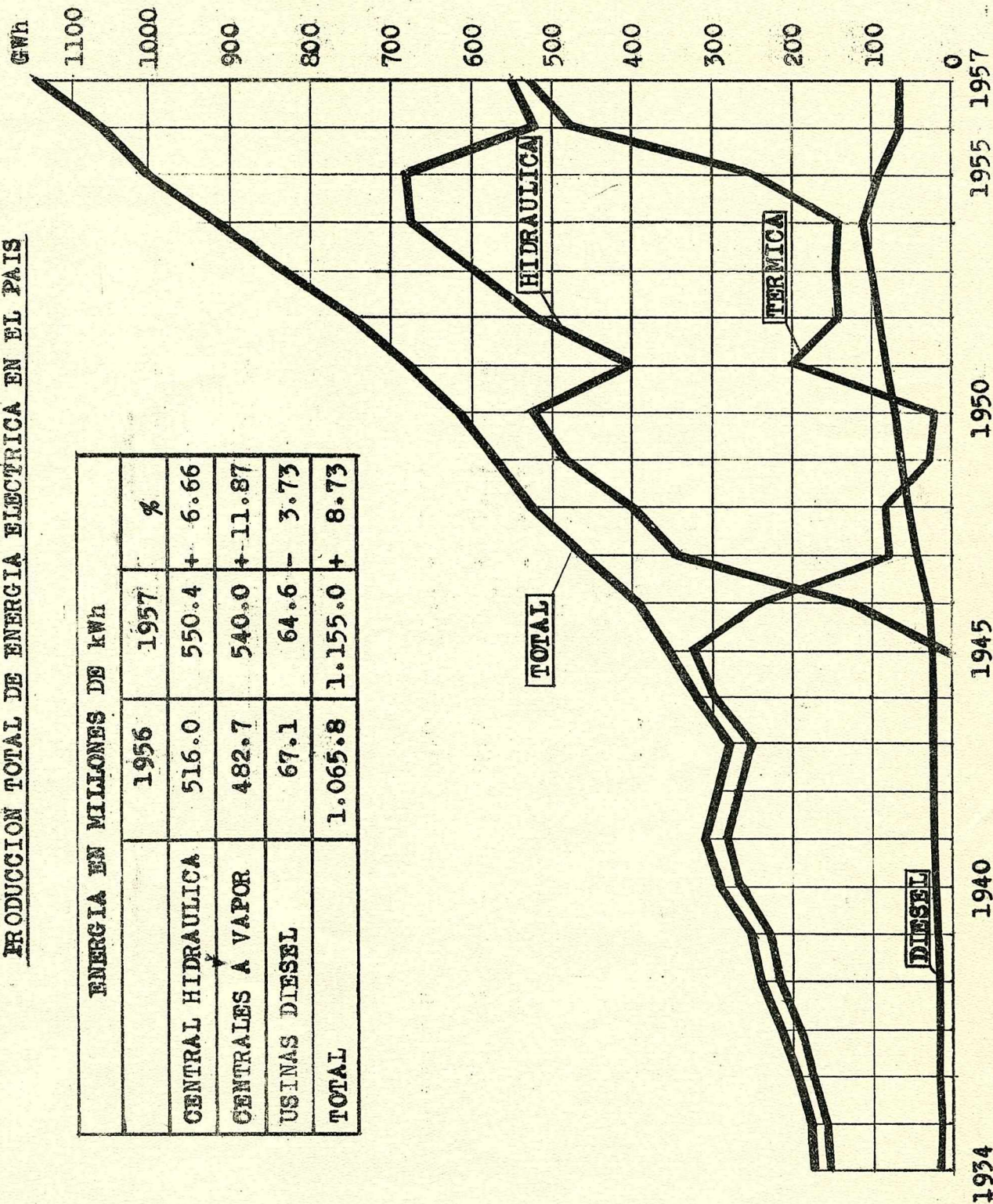
SACIAD DE INGENIERIA Y AGRICULTURA

BIBLIOTECA

CASILLA DE CORREO N.º 30

PRODUCCION TOTAL DE ENERGIA ELECTRICA EN EL PAIS

ENERGIA EN MILLONES DE kWh			
	1956	1957	%
CENTRAL HIDRAULICA	516.0	550.4	+ 6.66
CENTRALES A VAPOR	482.7	540.0	+ 11.87
USINAS DIESEL	67.1	64.6	- 3.73
TOTAL	1.065.8	1.155.0	+ 8.73



II - 1 RESERVAS DE ENERGIA HIDRAULICA

Estimación de los recursos de energía hidráulica

La principal fuente nacional de energía y en realidad la única que hasta el presente se conoce con bastante precisión, reside en la utilización de los cursos de agua que cruzan nuestro territorio.

Aún cuando pueda sostenerse que apenas se ha iniciado la explotación de nuestros recursos hidráulicos, pues sólo hay una única Central hidroeléctrica de importancia en servicio en el país, y otra en construcción, existen estudios más o menos profundos, realizados en diversas épocas, que se refieren a casi todos los aprovechamientos posibles.

En la lámina II-1 anexa, se indica la ubicación y la potencia aproximada de todos los desarrollos de cierta importancia de cuyo estudio se tiene noticia.

A continuación se hará referencia muy brevemente a los de mayor entidad.

a) - Usinas sobre el Río Negro

El Río Negro es el río interior más importante del país, al que atraviesa en dirección NE-SW, teniendo una longitud total de unos 850 km y un desnivel de cerca de 140m.

Se ha estudiado el aprovechamiento integral de este río con fines de generación de energía habiéndose determinado con cierta aproximación la ubicación y demás características de tres plantas a construirse aguas abajo de la usina existente en Rincón del Bonete; dichas plantas constituirán conjuntamente con la existente, la solución más conveniente para la utilización de todo el bajo curso del río.

En el cuadro I siguiente lucen las características más importantes de este conjunto de usinas (valores aproximados), siendo de destacar que una vez construídas las plantas se contará con una potencia total de unos 493,000kW instalados y una capacidad de generación media anual bruta de 2,300 millones de kWh aproximadamente; los correspondientes valores de potencia y ener

gía disponibles en Montevideo pueden estimarse respectivamente en unos 420,000 kW y 2,000 millones de kWh anuales.

CUADRO I

Características principales de las Usinas del Río Negro

		<u>Bonete</u>	<u>Baygorria</u>	<u>Paso del Puerto</u>	<u>Yapeyú</u>
Gasto medio del río	m ³ /s	521	572	811	879
Altura de caída	m	27 a 18 (Variable)	16,2 a 14,7	19,6 (Valores prelim.)	13,1
Potencia máxima (eje)	MW	128	105	140	120
Energía máxima utilizable en promedio (eje)	10 ⁶ kWh	620	600	700	500
Idem en Montevideo	" "	550	425	600	425

Se ha previsto además de los mencionados la construcción de una usina adicional aguas arriba del embalse de Rincón del Bonete.

Con respecto al desarrollo del plan de construcción de las plantas que se ha hecho referencia, cabe mencionar aquí que ya se ha llevado a cabo la primera etapa para la Usina de Baygorria al efectuarse la licitación correspondiente, estando actualmente en construcción.

b) - Usina sobre el Río Uruguay

El Río Uruguay, que constituye el límite entre nuestro país y la República Argentina, es susceptible de un aprovechamiento de entidad muy considerable habiéndose calculado que es posible generar 6,000 millones de kWh anuales en promedio, instalándose una potencia de 1,400,000 kW.

Siendo el Uruguay un río internacional, se ha establecido la Comisión Técnica Mixta Argentino-Uruguaya de Salto Grande con el cometido de efectuar los estudios correspondientes a este proyecto.

La Comisión ha considerado hasta ahora tres ubicaciones posibles para la presa.

De una publicación de la Delegación Uruguaya a dicha Comisión Técnica Mixta se extraen las características generales correspondientes a la solución aparentemente más conveniente - (cuadro N° II) siendo de observar que habiéndose llegado al acuerdo entre ambos países de trabajar sobre bases paritarias corresponde a cada uno la mitad de la energía y de la potencia cuyos valores se indicaron precedentemente, así como una participación igual en los gastos comunes.

CUADRO II

Características generales del anteproyecto "AYUI"

Distancia a la ciudad de Salto por el río	Km	14.250
Cuenca de alimentación	Km ²	251,600
Nivel normal máximo del embalse (Ref. cero del Riachuelo)		+ 32
Nivel máximo del embalse (Ref. cero del Riachuelo)		+ 33
Nivel mínimo del embalse (Ref. cero del Riachuelo)		+ 26
Superficie del embalse a cota + 32 en Km ² .		510
Volúmen del embalse a cota + 32 en Hm ³ .		3170
Caudal medio estimado del río	m ³ /seg.	4400
Caudal mínimo estimado	"	92

Caudal máximo previsto para el cálculo del vertedero, cota del embalse a + 33.	m ³ /seg.	40.000
Frecuencia estimada de este caudal.	años	1:1000
Creciente máxima registrada a la fecha (estimada)	m ³ /seg.	29.500
Fin del remanso para la creciente de 40,000 m ³ /seg. (Distancia en Km. a la ciudad de Salto)	Km	86.500
Fin del remanso para la creciente máxima registrada a la fecha (Dist.en Km.a Salto)	Km	140.600
Longitud total de las obras de presa	m	2.534
Longitud de la presa vertedero	m	754
Longitud de c/u de las usinas	m	310
Longitud del dique de gravedad (costa uruguaya)	m	65
Longitud del dique de gravedad (costa argentina)	m	120
Longitud de la presa de tierra (costa uruguaya)	m	520
Longitud de la presa de tierra (costa argentina)	m	320
Cota de cresta del vertedero	m	+ 23
Ancho de los vanos	m	12
Número de vanos	Nº	52
Alturas de las compuertas	m	10
Ancho de las pilas del vertedero	m	2.50
Capacidad de desagüe del vertedero a cota 32 m.	m ³ /seg.	34,600

Capacidad de desagüe del vertedero a cota 33 m	m ³ /seg.	40,500
Ancho de la Sección del vertedero a cota 3.50 m	m	31.80
Longitud del lecho amortiguador (normalmente el eje de la presa)	m	59.20
Espesor del lecho amortiguador	m	2
Cota de la calzada del puente carre- tero sobre vertedero.	m	+ 36
Ancho de la calzada del puente ca- rretero.	m	7
Ancho de las veredas del puente ca- rretero.	m	2
Dimensiones de los compartimientos de la esclusa de navegación	m	180 x 33
Nivel máximo del agua en el primer compartimiento de la esclusa.	m	+ 32
Nivel mínimo del agua en el primer compartimiento de la esclusa.	m	+ 19.30
Nivel máximo del agua en el segun- do compartimiento de la esclusa.	m	+ 19.30
Nivel mínimo del agua en el segun- do compartimiento de la esclusa.	m	+ 4.30
Calado para la navegación.	m	2.70
Area de terrenos a expropiarse en la República O. del Uruguay (estimada)	Km ²	465.5
Tipo de turbina		Kaplan
Potencia prevista de las turbinas a instalar (cada unidad)	KW	70.000
Número de turbinas a instalar (cada país)		10
Potencia total instalada (ambos países)	MW	1,400

c) - Otras usinas

Los demás aprovechamientos posibles son de entidad mucho menor que los anteriores, pero pueden presentar interés suficiente, no sólo desde el punto de vista de las localidades vecinas, cuyos picos anuales actuales son de un orden de magnitud comparable a las potencias que podrían generarse, sino también en ciertos casos desde un punto de vista más general, debido a la posibilidad de conectar las plantas a importantes Circuitos de Trasmisión existentes o en construcción.

Cabe mencionar los siguientes proyectos:

Río Queguay (Barra Arroyo Viraró)

Sería posible construir una planta con una potencia de unos 15.000 kW y con una capacidad de generación media de alrededor de 60 millones de kWh anuales.

Se indican a continuación las características principales aproximadas de una variante de este proyecto, en la que se admite la existencia de una potencia térmica complementaria del orden de 4100 kW.

CUADRO III

I - Superficie del embalse	há	11,450
II - Volumen total del embalse	hm ³	670
III - Volumen útil del embalse	hm ³	630
IV - Caudal total medio	km ³ /año	2,54
V - Caudal usable medio	m ³ /seg.	53,50
VI - Altura media de caída bruta	m	19,30
VII - Potencia a instalar (final)	kW	15,000
VIII - Número de máquinas		3
IX - Generación hidráulica	10 ⁶ kWh/año	64
X - Generación térmica		7,1
XI - Suma de IX y X		71,1

Arroyo Cuñapirú (Los Cuervos)

Se ha considerado la construcción de una usina con una potencia de cerca de 10,000 kW, y con una capacidad de generación media anual de unos 45 millones de kWh.

Como el arroyo Cuñapirú es un afluente del Río Tacuarembó, el cual a su vez desemboca en el Río Negro, aguas arriba del embalse de Bonete, la presa en los Cuervos regularía una parte de los aportes a ese embalse, habiéndose estimado que ello permitiría obtener una generación adicional del orden de 40 millones de kWh anuales en Bonete, así como también mayor generación en las demás usinas futuras.

A continuación se detallan los datos técnicos de la solución que se estima más conveniente para esta obra.

CUADRO IV

Cota máxima normal de las aguas en el embalse	m +	35.0
Cota media normal de las aguas en el embalse	m +	29.2
Cota mínima normal de las aguas en el embalse	m +	17.75
Cota media de descarga	m -	0.50
Area del embalse a la cota + 35	Hás	30490
Volumen total del embalse	Hm ³	2849.9
Volumen útil del embalse	Hm ³	2664.9
Caudal medio usinable	m ³ /seg.	22.0
Altura media de caída bruta	m	29.7
Potencia media	KW	5210
Factor de carga		50 %
Potencia máxima	KW	10420
Potencia térmica necesaria	KW	4063
Potencia térmica necesaria incluyendo reserva.	KW	5417
Potencia térmica existente	KW	4800
Potencia térmica a instalar	KW	617
Potencia hidráulica necesaria (2 unidades)	KW	10,000

Generación máxima anual hidrotérmica en Cuñapirú	kWh 45,64 x 10 ⁶
Déficit medio de energía anual en Cuñapirú, 2 %	kWh 0,913 x 10 ⁶
Generación hidráulica media anual en Cuñapirú	kWh 44.73 x 10 ⁶
Generación hidráulica en Bonete	kWh 41.25 x 10 ⁶
Generación máxima anual en Cuñapirú-Rincón	kWh 86.89 x 10 ⁶

Arroyo Cebollatí (Sierra del Tigre)

Se trata de un proyecto sumamente interesante en el que la presa y otras obras complementarias permitirían regularizar varios arroyos, principalmente el Cebollatí, con lo que se recuperarían unos 400,000 hectáreas de terreno cenagoso.

Asimismo se podría disponer de agua para riego. Finalmente en el aspecto energético, podría obtenerse una potencia - del orden de 10,000 kW, con una potencia de generación alrededor de 34,000,000 kWh anuales.

Las características más importantes de esta obra, según el anteproyecto del Ing^o Sudriers, serían las siguientes:

CUADRO V

Cota máxima del embalse	m	+ 58.60
Superficie del embalse	Há	19.200
Volumen útil del embalse respecto del caudal medio = 100 %	Hm ³	1300
Volúmen total del embalse		1420
Altura media de caída bruta	m	16,80
Caudal medio (25 años de registro)	Hm ³ /año	1300 = 41m ³ /seg.
Caudal medio usable	m ³ /seg.	29
Potencia a instalar	KW	11.200
Generación media	10 ⁶ kWh/año	34.2

d) Características generales de los proyectos
 mencionados.

A fin de poder apreciar la calidad de los recursos hidro-energéticos reseñados, conviene destacar que nuestros ríos se caracterizan por una extrema variabilidad de sus caudales. Ello se debe no sólo a una gran irregularidad en las precipitaciones correspondientes a diversos años, sino también a la ausencia del efecto regulador de grandes masas de vegetación, o de depósitos de hielo.

Por otra parte, el territorio nacional es casi siempre suavemente ondulado, lo cual sólo permite obtener desnives moderados con represas de dimensiones relativamente considerables.

Además debe observarse que, los caudales de casi todos los cursos de agua tiene regímenes aproximadamente concordantes, por lo cual no cabe esperar una compensación mutua aún si se interconectarán las futuras plantas.

Estas circunstancias obligan a prever embalses de capacidad y extensión muy importantes, y además a fin de asegurar la continuidad del servicio bajo todas las condiciones razonablemente previsibles, a contar con un complemento térmico apreciable, lo que en el caso de las plantas del Río Negro por ejemplo haría necesario disponer de una potencia térmica del orden de 55% de la potencia total, con la cual habría que generar alrededor del 25% de la producción total de energía.

A fin de ilustrar acerca de estas características se agrega una curva de caudales acumulados del Río Negro en Paso de los Toros (localidad situada entre las usinas de Bonete y Baygorria) en el período 1908 - 1956, así como una curva de volúmenes y superficies del embalse de Rincón del Bonete en función de la cota. Dichas láminas llevan los números II - 2 y II - 3 respectivamente.

2 - Dificultades originadas por la escasez de recursos naturales

a) Interrupción de los abastecimientos de combustibles fósiles durante la última guerra.

Las dificultades experimentadas durante la última guerra, para la obtención de combustibles fósiles, obligaron a tomar medidas de emergencia, con el fin de sustituir el carbón y el fuel - oil, procedentes en su totalidad de Europa y Norte - América.

Las medidas de distinta naturaleza que se adoptaron, pueden catalogarse en los siguientes:

- a) - Aumento del stock de combustibles.
- b) - Utilización del carbón pulverizado.
- c) - Empleo de combustibles de emergencia, a saber:

- 1ª - Carbón de leña
- 2ª - Tortas de maíz.
- 3ª - Maíz desgranado.
- 4ª - Tortas de lino.
- 5ª - Leña en trocitos.
- 6ª - Aserrín.
- 7ª - Harinas de lino, girasol y nabo.
- 8ª - Coquitos paraguayos.

Los consumos de combustible durante la Guerra fueron los siguientes:

CONSUMOS EN TCNELADAS X 10³

AÑO	FUEL - OIL	CARBON	COMBUSTIBLES DE EMERGENCIA
1938	38	75	-
1939	50	64	-
1940	45	91	-
1941	55	98	-
1942	67	47	108
1943	40	104	84
1944	69	133	24
1945	68	142	-

Resulta interesante observar que, aún cuando se previeron mayores dificultades para el abastecimiento de fuel-oil, que para el de carbón, la experiencia demostró, tal como se deduce del cuadro anterior, que los mayores inconvenientes fueron causados por la falta de carbón de buena calidad y no por la reducción, en los abastecimientos de fuel-oil.

b) Dificultades futuras, en casos similares.

Las dificultades que habrán de presentarse en el futuro, en el caso de una guerra, tendrán un orden de magnitud varias veces superior, en razón del aumento de los consumos.

Aún cuando se continúe con la actual política de generación hidráulica, el consumo de combustible expresado en toneladas de carbón será para el año 1970, del orden de 700.000, valor que se duplicará, en la segunda mitad del decenio 1970-1980.

No será posible pensar, en obtener sustitutos como los empleados en la última guerra y las fuentes de abastecimiento probables deberán buscarse en:

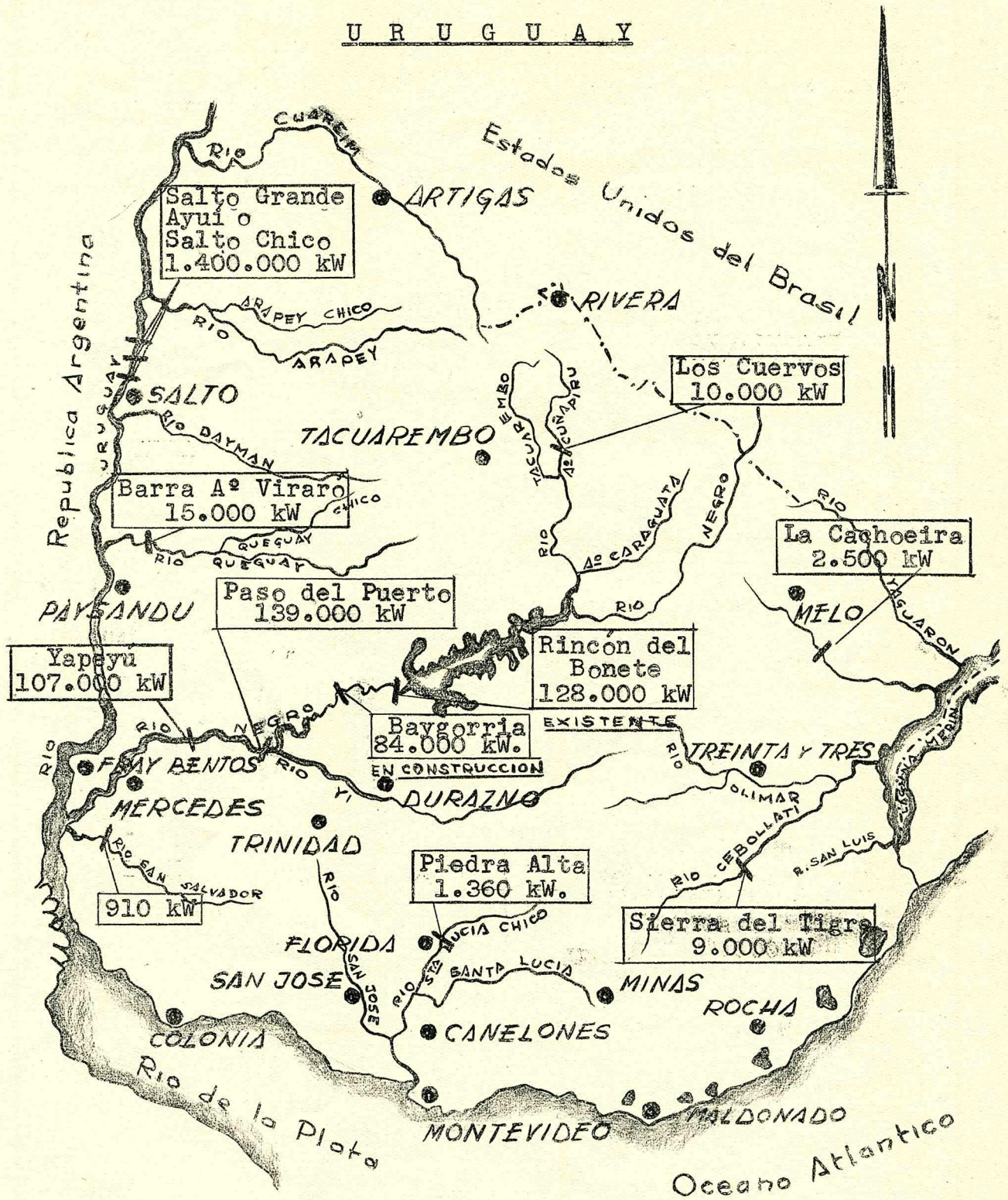
a) - Producción nacional de fuel oil, residuo de las destilerías.

b) - Carbones Sudamericanos.

Ante esta situación, una solución muy bien podría estar constituida por la instalación de centrales nucleares, donde el problema del transporte de combustible pierde por completo significación. No obstante, dado el elevado costo inicial de este tipo de unidad es indudable, que solamente es posible pensar en su instalación, en el caso en que otros argumentos, justifique su oportunidad y conveniencia.

APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS EXISTENTES Y FUTUROS EN EL

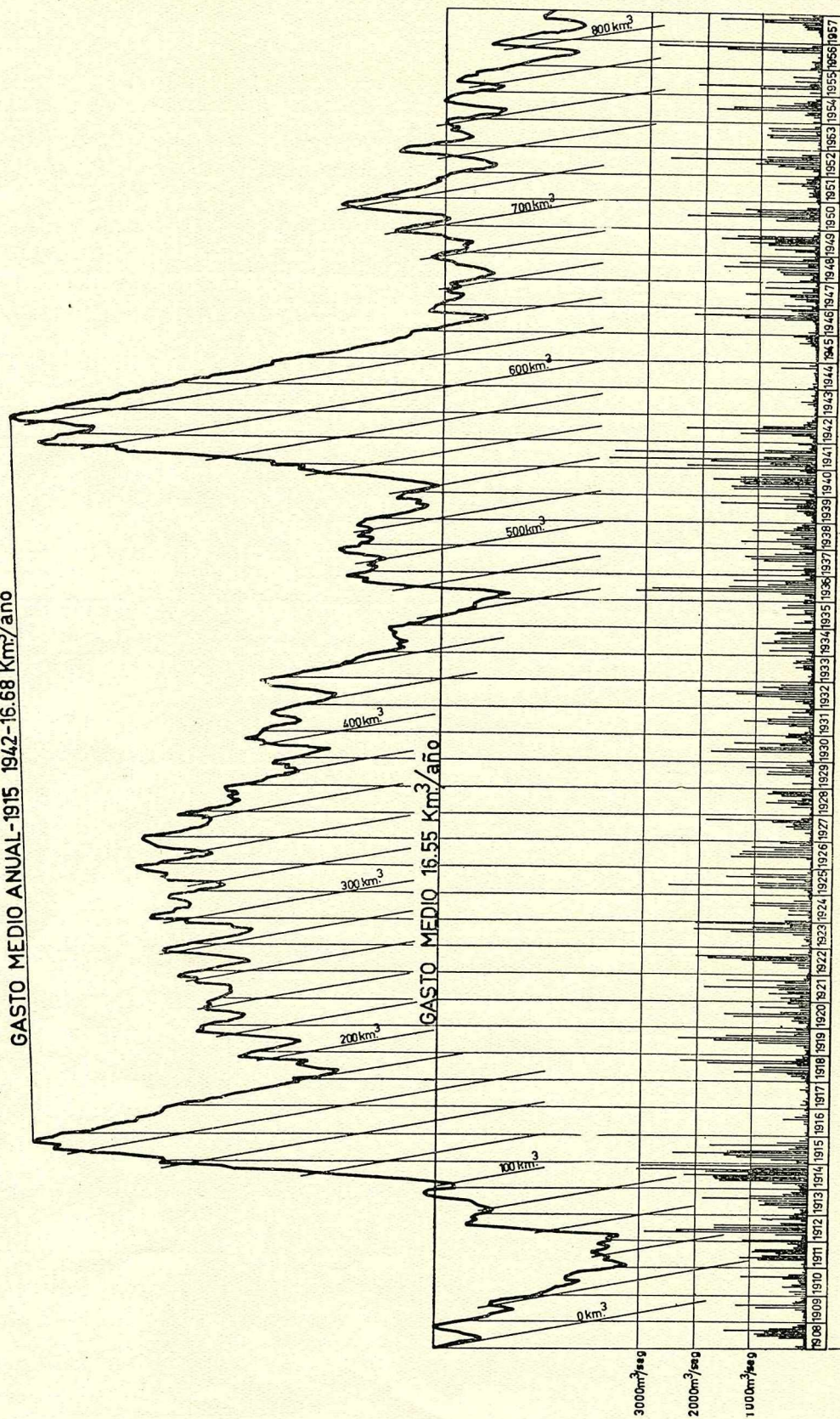
U R U G U A Y



RIO NEGRO

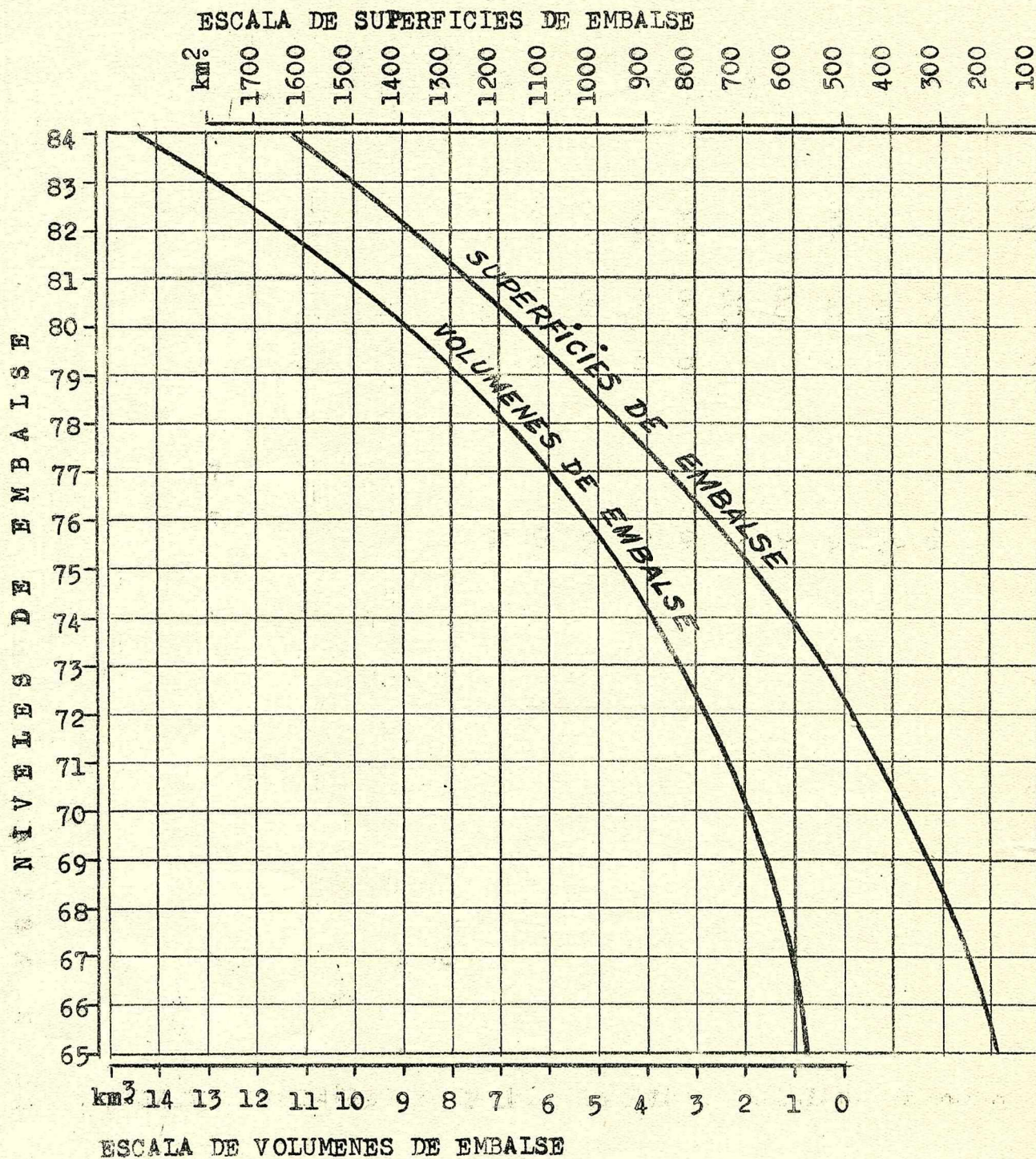
CURVA DE CAUDALES ACUMULADOS EN PASO DE LOS TOROS

GASTO MEDIO ANUAL -1915 1942-16.68 Km³/año



EMBALSE DEL RINCON DEL BONETE

CURVA DE SUPERFICIES Y VOLUMENES



III - PERSPECTIVAS PARA EL EMPLEO EN EL URUGUAY DE LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

1 - Déficit de energía hidroeléctrica que será necesario satisfacer con energía térmica o energía nucleo- eléctrica

Las condiciones hidrológicas de la República Oriental del Uruguay, así como sus características topográficas, no permiten encarar la producción de energía exclusivamente de origen hidráulico. Con el fin de mantener la continuidad del servicio y asegurar el suministro en todo tiempo, es necesario disponer de una potencia térmica o nucleoelectrica complementaria y producir una masa considerable de energía.

A continuación se plantea ese problema, desarrollado en los siguiente puntos:

A - Los principales aprovechamientos hidráulicos de la República Oriental del Uruguay.

B - Características de la producción hidráulica.

C - Consumo de combustible.

A - Los aprovechamientos hidráulicos de la República Oriental del Uruguay

1 - El Río Negro.

El territorio nacional comprende actualmente un solo aprovechamiento hidráulico en operación y otro en construcción, ambos situados sobre el Río Negro.

Este río, el más importante del interior del país, tiene un desarrollo lineal de 850 km, que se encuentra casi en su totalidad en el territorio nacional; en efecto, de los 69.175 km² que comprende su cuenca, sólo 3.113 km² se encuentran en el Brasil, donde el río tiene su nacimiento. (Ver lámina III - 1).

El desnivel total del río es de unos 140 m y corre por un territorio ligeramente ondulado.

Desde hace muchos años se ha considerado el aprovechamiento de este río, y en varias oportunidades se estudió la construcción de una usina hidroeléctrica. Ya en el año 1912 se recibió una propuesta de la empresa inglesa J.G. White para la construcción de una presa vertedero, una usina con una capacidad final de 40.000 kW y las instalaciones de transmisión a Montevideo, comprendiendo 300 km de línea y tres subestaciones de transformación. Este proyecto no prosperó debido a la oposición de la dirección de la Usina Eléctrica de Montevideo, que producía la energía con instalaciones térmicas.

Otras tentativas realizadas en el año 1913 por el Ing^o Víctor Sudriers y en 1924 por iniciativa del Ing^o Santiago Calsagno, no tuvieron mayor éxito que la precedente, y recién en el año 1925, con la creación de la Comisión Nacional de Estudios Hidroeléctricos, se iniciaron las gestiones que condujeron a la confección de un anteproyecto, presentado en el año 1934 por el Profesor Doctor Ingeniero Adolfo Ludín, y que sirvió de base para el llamado a licitación y la adjudicación de los trabajos a un Consorcio Alemán. Esta obra se vió entorpecida por la invalidación del contrato, decretada por el Gobierno Uruguayo en mayo de 1942, que obligó a concluir los trabajos por administración y a gestionar la construcción de los equipos mecánicos y eléctricos en los Estados Unidos.

La obra, emplazada en Rincón del Bonete, comprende un embalse con un nivel normal superior de cota + 79.34 m y un nivel límite inferior de cota + 70.34 m. La altura de caída presenta un máximo de 30 m y un mínimo de 18 m.

La usina tiene cuatro turbinas Kaplan de 40.000 C.V. acopladas a generadores de 32.000 kVA con factor de potencia igual a uno, y se encuentra conectada con la ciudad de Montevideo por medio de dos líneas de transmisión de 160 kV. La potencia de los transformadores elevadores es de 128 MVA.

La potencia máxima medida en Montevideo, en la red de 31.5 kV. es de 108.000 kW y la potencia garantida, en las condiciones previstas en el proyecto, es de 78.000 kW.

La Usina de Rincón del Bonete entró en funcionamiento en varias etapas:

Unidad N° 2 - diciembre de 1945

Unidad N° 1 - enero de 1947

Unidad N° 3 - octubre de 1948

Unidad N° 4 - diciembre de 1948

y desde entonces ha producido 5.269.231.000 kWh hasta el 31 de diciembre de 1956.

La obra de Rincón del Bonete no es más que la primera etapa en el aprovechamiento integral del Río Negro, pues sólo - utiliza una parte de la energía potencial de ese río. Ya en el año 1935, se realizó un estudio preliminar, con el fin de determinar un plan futuro de aprovechamientos aguas abajo de aquella usina. Una comparación económica de diversas combinaciones comprendiendo nueve emplazamientos posibles, condujo a una solución consistente en la construcción de tres usinas con las siguientes ubicaciones y potencias aproximadas.

Rincón de Baygorria: 84.000 kW

Paso del Puerto : 139.000 kW

Yapeyú : 107.000 kW

El aprovechamiento integral del Río Negro requerirá aún otras obras aguas arriba, para regularizar los caudales del río.

En agosto de 1949, se efectuó un estudio con el fin de determinar las características técnicas y económicas del aprovechamiento de Rincón de Baygorria, y éste fué el comienzo de una serie de actuaciones que condujeron a la confección de un proyecto para la construcción de dicha obra, habiéndose llamado a licitación en febrero de 1954, estando a la fecha la obra en construcción.

Esta obra comprenderá una presa vertedero a construirse en el Km 305.9 del Río Negro a contar desde su desembocadura

en el Río Uruguay, una usina con tres turbinas Kaplan de 47800 C.F. cada una, acopladas a generadores de 36.000 kVA con factor de potencia igual a 0,95 y se encontrará conectada por líneas de 160 kV con la central de Rincón del Bonete y con Montevideo. La potencia máxima medida en Montevideo, en la red de distribución de 31.5 kV, será de 87.000 kW y la potencia garantida ascenderá a 65.000 kW.

El nivel normal del embalse se encuentra a la cota + 54.00 y el nivel de aguas abajo para un gasto de $730 \text{ m}^3/\text{seg}$, que es el caudal turbinable, está a la cota + 37.80, siendo el salto, en estas condiciones, de 16.20 m.

2 - El Río Uruguay.

El Río Uruguay nace en el Brasil, en la Sierra del Mar y corre en territorio brasileño 750 km, pasando a servir de límite entre el Brasil y la Argentina en una extensión de 709 km y luego entre el Uruguay y la Argentina hasta su desembocadura en el Río de la Plata.

La cuenca de alimentación en el Ayuí, lugar adecuado para la construcción de una presa, es de 251.600 km^2 ; el caudal medio es de $4400 \text{ m}^3/\text{seg}$ y la altura de caída disponible es de 24.50 m. (Ver lámina III - 1)

Una Comisión Técnica Mixta Uruguayo-Argentina está estudiando el aprovechamiento de este río. Se prevé la construcción de una presa con dos usinas, comprendiendo cada una 10 turbinas Kaplan con una potencia total de 700.000 kW. En promedio será posible producir 6.000 millones de kWh por año, de los cuales la mitad corresponde al Uruguay.

Lamentablemente, esa zona se encuentra a una distancia de Montevideo de 486 km, lo cual exige la construcción de costosas líneas de transmisión, que representan el 40 % del costo total de las obras de aprovechamiento.

En esas circunstancias, se comprende que no resultaría económico instalar la potencia total de la usina hasta que el desarrollo del mercado consumidor lo justifique, y esto solamente se obtiene con un elevado factor de capacidad. En efecto, con

siderando una carga máxima en el sistema de 1.000.000 kW, el factor de capacidad sería de 62.9 % para una potencia instalada de 420.000 kW y bajaría a 52.4 para 560.000 kW.

B - Características de la producción

Hidráulica

El Río Negro, y como él todos los ríos del Uruguay, se caracteriza por una gran irregularidad en sus caudales. Esta característica obedece a la naturaleza de sus aportes, de régimen exclusivamente pluvial, así como al suelo, suavemente ondulado y desprovisto de bosques y cultivos, lo cual da lugar al rápido escurrimiento de las aguas.

Los gastos presentan variaciones cíclicas, de las cuales, una con período anual y otra con período de 27 años. La primera tiene un carácter estacional y comprende una disminución de los caudales en el período noviembre-abril y un aumento en el período mayo-octubre.

La segunda variación cíclica comprende un período de grandes caudales seguido de otro de mayor duración con caudales mínimos, que se repite cada 27 años, comprendiendo entre esos extremos, caudales que siguen con cierta ciclicidad la variación estacional, aunque suele presentarse alguna irregularidad, con ausencia de los aportes regulares de mayo-octubre o de los mínimos de octubre-abril.

El diagrama de los caudales acumulados del Río Negro en Paso de los Toros, es bien ilustrativo de las características anotadas. (Ver lámina III - 2).

El caudal anual del Río Negro en Paso de los Toros - presenta un máximo de 47.8 km^3 , valor registrado en el año 1914, y un mínimo de 1.8 km^3 que se produjo en el año 1917. El promedio anual asciende a 16.55 km^3 .

En cuanto al gasto instantáneo, se han registrado valores tan bajos como de $10 \text{ m}^3/\text{seg}$ y tan elevados como $5500 \text{ m}^3/\text{seg}$.

El aprovechamiento integral de la energía de este río

en la zona de Paso de los Toros, exigiría la ejecución de un embalse con una capacidad de unas 4 veces el caudal medio anual.

Debido a las circunstancias anotadas, resulta para la central de Rincón del Bonete y la central de Baygorria, tomadas en conjunto, las siguientes condiciones de funcionamiento.

1 - Pico anual: 244 MW.

Potencia hidráulica firme: 125 MW. (51.1 % del pico anual)

Déficit medio de agua: 14.8 % del caudal medio anual.

Energía hidráulica: 847 Mio kWh (80.9 % de la energía total).

Energía térmica complementaria: 200 Mio kWh (19.1 % de la energía total).

2 - Pico anual: 270 MW.

Potencia hidráulica firme: 136 MW (50.5 % del pico anual).

Déficit medio de agua: 19.8 %.

Energía hidráulica: 891 Mio kWh (76.8 % de la energía total).

Energía térmica: 268 Mio kWh (23.2 % de la energía total).

3 - Pico anual: 400 MW.

Potencia hidráulica firme: 143 MW (35.8 % del pico anual).

Déficit medio de agua: 36.8 %.

Energía hidráulica: 985 Mio kWh (57.5 % de la energía total).

Energía térmica: 732 Mio kWh (42.5 % de la energía total).

Se observa que al reducir el pico del sistema al cual se aplican las centrales hidráulicas, se reduce la energía térmica complementaria, pero también se reducen la energía hidráulica y la potencia firme de esas centrales.

En la primera condición considerada, la potencia hidráulica firme alcanza al 51.1 % del pico anual, y si consideramos un sistema con un pico de 199 MW solamente, la potencia hidráulica firme baja a 108 MW que es el 54.2 % del pico anual.

Un mayor descenso del pico anual aparejaría una nueva disminución de la potencia hidráulica garantida. En efecto, para un pico de 150 MW, esa potencia garantida alcanzaría tan solo a 89 MW, o sea al 59 % del pico.

Recordemos que la potencia hidráulica firme es el menor valor entre la potencia total en período de crecientes, que corresponde a la caída mínima y la potencia correspondiente a la energía que se puede generar con el volumen de agua que se reserva en el embalse para tal fin, aplicada al pico del diagrama.

Ambos valores son iguales para un diagrama con un pico anual de 300 MW; para diagramas más reducidos, la potencia firme está controlada por la energía de picos y baja con el valor del pico anual, como se observa en los casos considerados.

El Río Uruguay ofrece las mismas irregularidades de caudales anotadas para el Río Negro.

En efecto, frente al caudal medio de $4400 \text{ m}^3/\text{seg}$, se ha producido un mínimo de estiaje de $92 \text{ m}^3/\text{seg}$, así como una creciente cuyo pico alcanzó a $29.500 \text{ m}^3/\text{seg}$. (Ver lámina III - 3)

En cuanto a la caída disponible, que presenta un valor normal de 24.50 m, baja a 14.10 m en creciente, lo cual reduce la potencia máxima obtenible con las 10 turbinas a 446.000 kW. Además, en el diagrama de caudales acumulados, se observan características similares a las del Río Negro, a saber: un marcado régimen estacional, a la vez que variaciones cíclicas cuyo período es de 26 años. Dentro de este período se encuentran aún otros sub-períodos de duración menor pero no tan regular.

Se expresa más arriba, en base a cálculos efectuados para el Río Negro, que la producción térmica complementaria en condiciones del mejor aprovechamiento de la potencia y energía hidráulicas, ascenderá en promedio al 25 % de la producción total. Esto correspondería a un factor de capacidad de la potencia hidráulica instalada, de 64 %.

El factor de capacidad para la usina del Río Uruguay es inferior, según se vió, por lo cual el complemento térmico correspondiente será mayor que el valor calculado. En efecto, para el año 1975, con una carga total del sistema de 1.420.000 kW y una producción anual total de 6.100 millones de kWh, la energía hidráulica media para nuestro país sería aproximadamente de 3000 millones de kWh, lo cual dejaría un déficit de 3100 millones, a cubrir con energía de otras procedencias.

Es natural, que si se anticipara la instalación de las unidades del Río Uruguay, llevando la potencia hidráulica a un elevado porcentaje de la carga del sistema, sería posible reducir la producción térmica, pero el costo de la energía hidráulica resultaría muy elevado como consecuencia de la poca utilización de la potencia de sus instalaciones de generación y transmisión. Para una carga máxima anual del sistema de 1.000.000 kW, y con una potencia instalada en el Río Uruguay de 420.000 kW, la energía media obtenible alcanzaría a 2313 millones de kWh por año y si la potencia pasara a 560.000 kW, la energía subiría a 2570 millones de kWh. El factor de capacidad para la potencia adicional de 140.000 kW sería solamente de 20.9 %.

Del mismo modo, si se considera una carga máxima en el sistema de 1.500.000 kW, se tendría con diferentes potencias instaladas, las siguientes condiciones de funcionamiento de la Central del Río Uruguay.

<u>Potencia Hidráulica kW</u>	<u>Energía hidráulica millones kWh</u>	<u>Aumento millones kWh</u>
560.000	2790	
630.000	2926	136
700.000	3032	106

El factor de capacidad de la potencia adicional entre 630.000 y 500.000 kW es de 22.2 % y para la potencia adicional entre 700.000 y 630.000 kW es de 17.1 %.

Si se tiene en cuenta que la potencia adicional es de costo elevado, pues comprende, no solamente las instalaciones de generación, sino también las costosas instalaciones de transformación y transmisión hasta Montevideo, centro principal de consumo del sistema, la competencia de una central térmica situada en las inmediaciones de Montevideo sería decisiva para un factor de capacidad tan reducido.

C - Consumo de combustible

Teniendo en cuenta que el régimen de todos nuestros ríos interiores es muy similar al del Río Negro, es posible extraer de lo que antecede una conclusión de carácter general.

En las condiciones de mejor aprovechamiento de nuestros recursos hidráulicos, es necesario contar con instalaciones térmicas complementarias, cuya capacidad firme debe ser del orden del 55 % del pico anual, y cuya producción de energía ascenderá en promedio al 25 % de la producción total.

Estos valores de potencia y de energía térmica corresponden a un factor de carga anual de 21 % y para este factor de carga, el consumo específico de una super usina moderna es de - 3.700 calorías por kWh.

Por cada kWh producida en el sistema, en la hipótesis de una potencia hidráulica firme equivalente al 45 % del pico anual, se consumirá por concepto de complemento térmico 940 calorías en promedio.

El consumo medio anual de combustible por kW de pico del sistema, admitiendo un factor de carga anual del 50 %, equivalente a 4380 horas de utilización, asciende a:

$$940 \times 4380 = 4.120.000 \text{ calorías/kW año.}$$

A continuación, se indican las cargas máximas previstas en el sistema de Montevideo para los años 1955 y siguientes, así como el consumo medio y probable de combustible, calculado según la hipótesis anterior.

Año 1955	-	Carga máxima	209 MW	-	Consumo:	862 x 10 ⁹	cal.
" 1956	-	"	230	"	"	948 x 10 ⁹	"
" 1957	-	"	248	"	"	1030 x 10 ⁹	"
" 1958	-	"	268	"	"	1101 x 10 ⁹	"
" 1959	-	"	298	"	"	1225 x 10 ⁹	"
" 1960	-	"	322	"	"	1326 x 10 ⁹	"

Admitiendo un crecimiento anual de la carga máxima del 8 % durante los 10 años siguientes: 1961-1970, el consumo de combustible para ese período alcanzaría a 20.700×10^9 calorías, que corresponde a 2.030.000 toneladas de petróleo.

Es de notar que la carga máxima en el año 1970 sería, con esa hipótesis de crecimiento, de 695 MW, lo cual exigiría una potencia hidráulica firme de 313 MW, mayor que la que corresponde al Río Negro totalmente aprovechado.

Si se desea mantener en esa fecha una adecuada proporción de potencia hidráulica, será necesario contar con aquella gran fuente de energía, que es el Río Uruguay.

Se ha visto, sin embargo, que este último exige un complemento térmico o nucleoelectrico proporcionalmente más elevado que para el Río Negro, por lo cual puede asegurarse que la energía hidráulica establecida más arriba, corresponde a una potencia de pico anual de unos 1.600 MW, que podrá alcanzarse en el año 1976, si se considera todo el país en conjunto.

A partir de esa fecha, y contando con todas las posibilidades hidráulicas en explotación, la producción térmica de energía irá aumentando rápidamente, pues deberá absorber íntegramente todo el crecimiento de la demanda.

2 - COMPETENCIA ENTRE LA ENERGIA NUCLEO-ELECTRICA Y LA ENERGIA TERMO-ELECTRICA

Muchos son los factores que intervienen en la decisión del tipo de central térmica a adoptar, ya sea nuclear o termo-eléctrica y cada factor deberá ser debidamente considerado, antes de elegir una solución determinada.

Enumeremos las condiciones fundamentales requeridas y analicemos en que forma son satisfechas, por estos dos tipos de centrales.

Magnitud de la demanda.

Mayor es la demanda de energía, mayores son las unidades que es posible instalar y menor es el costo del kWh.

Unidades nucleares del orden de 100 a 300 MW en un reactor no solamente son posibles de ejecutar, si no que son necesarias, para poder competir económicamente, con las centrales convencionales. Las unidades termo-eléctricas pueden, por el contrario, ser construídas económicamente para potencias mucho menores.

Factor de carga.

Las centrales nucleares exigen factores de carga elevados, del orden del 75%, de manera de poder amortizar los costos elevados de instalación.

Por otra parte, es posible construir centrales termo-eléctricas, no solamente con características apropiadas para cargas de base, usinas de alto costo inicial y gran rendimiento, si no para cargas de pico, las que con un costo inicial y gastos de mantenimiento reducidos, constituyen una buena solución, a pesar de un mayor consumo.

Facilidades para la obtención del capital inicial.

Este factor es uno de los de mayor importancia en la elección. Las centrales nucleares requieren un elevado costo inicial y una solución termo-eléctrica puede imponerse en un determinado momento, por este único aspecto del problema, aún en los casos en que la comparación económica, resulte favorable a la central nuclear.

Abastecimientos de combustibles fósiles.

En aquellos puntos en donde se cuenta con yacimientos de combustibles fósiles, a menos que existan dificultades técnicas económicas para su explotación, la solución termo-eléctrica seguirá siendo durante varios años, la más sencilla y conveniente.

Transporte de combustibles.

En el caso de la central nuclear,, como consecuencia de la naturaleza sumamente concentrada de los combustibles, los costos de transporte resultan despreciables, ventaja evidente frente a la solución termo-eléctrica.

Rendimiento del ciclo.

Los reactores que se fabrican en la actualidad trabajan a temperaturas relativamente reducidas, de manera de asegurar una larga duración al elemento combustible. Estas temperaturas moderadas producen a su vez, bajos rendimientos, en el proceso de la transformación de calor en electricidad. El rendimiento del mismo proceso, en las centrales termo-eléctricas, alcanza valores mucho más altos.

Además de estos factores existen problemas que son típicos de una central nuclear, pues o bien, en la central termo-eléctrica no existen o bien, no tienen significación económica alguna.

Dichos problemas son: Seguridad.

Los productos de fisión que se desarrollan en los elementos combustibles, son extremadamente tóxicos y además, emiten radiaciones peligrosas.

Algunos esquemas empleados en Centrales Nucleares pueden ser más seguros que otros, pero es necesario estar preparado, para una serie de accidentes previsibles y evitar o disminuir el escape de materiales radio-activos, a la atmósfera.

Mientras exista alguna duda o no se cuente con considerable experiencia, será necesario construir las centrales en lugares alejados de las zonas densamente pobladas, lo que representa en general un inconveniente.

Disponibilidad de desperdicios radio-activos.

Aún cuando en servicio normal no constituye un problema importante, es necesario en caso de accidente, almacenar grandes cantidades de agua contaminada con materiales radio-activos, y volúmenes importantes de sólidos radio-activos.

Reproceso del combustible.

A diferencia de las centrales termo-eléctricas, donde prácticamente todo el combustible es quemado en el hogar de la caldera, solamente una pequeña parte del combustible nuclear se utiliza en el reactor y existe gran interés en reprocesar el elemento combustible, en plantas diseñadas a tal efecto. Estas plantas, altamente especializadas, deben centralizarse de manera de poder servir a un considerable número de reactores al mismo tiempo. Este proceso exige el transporte de elementos intensamente radioactivos a largas distancias y entre diferentes países, lo cual requiere blindajes y protecciones especiales, de costo elevado.

Personal especializado.

La central nuclear necesita un considerable número de personal altamente capacitado, que pueda resolver en todo momento los problemas normales de ejercicio y que esté en condiciones de tomar las medidas necesarias en casos de accidente, con una autoridad y amplitud que sobrepasen las atribuciones de un Jefe de Centrales.

Disponibilidad de la Central.

En el uso eventual de una puesta fuera de servicio de la central nuclear, es necesario esperar un período de tiempo del orden de 60 horas, antes de poder comenzar el ejercicio, inconveniente que no existe en la central termo-eléctrica.

Futuros desarrollos técnicos.

No obstante los problemas que neutralizan las ventajas de la central nuclear, en ningún campo los desarrollos técnicos han experimentado avances tan rápidos, como en el campo de la utilización de la energía atómica y debemos confiar en que todos los puntos serán resueltos en forma satisfactoria, en un futuro próximo.

La central nuclear está sólo en sus comienzos y esto constituye una considerable ventaja sobre la central termo-eléctrica.

Para finalizar este apartado, analizaremos la importancia relativa referida al Uruguay de cada uno de los factores considerados.

Magnitud de demanda de energía y factor de carga.

Estos dos puntos ya han sido tratados en el Capítulo I.

Nos limitaremos a observar, que mientras se continúe con la generación hidráulica, la parte de la demanda que debe ser cubierta por las unidades térmicas, requiere unidades aptas para trabajar en puntas. Característica que no favorece la instalación de centrales nucleares.

Facilidades para la obtención del capital inicial.

La U.T.E., organismo que cuenta con el monopolio de la producción de energía ha encontrado siempre serias dificultades en la obtención de capitales.

La Deuda Interna de difícil colocación, constituye el procedimiento clásico a seguir, para financiar las ampliaciones.

El Banco Internacional mediante oportunos créditos, ha facilitado en repetidas ocasiones, la parte correspondiente a las divisas extranjeras, pero parece improbable que por el momento, estuviese dispuesto a financiar una central nuclear.

Abastecimientos de combustibles fósiles.

Este punto ya ha sido tratado en el Apéndice.

Transporte de Combustible.

El rápido incremento de la demanda eléctrica y las grandes cantidades de combustibles que será necesario movilizar en el futuro, hacen que el Uruguay observe con creciente interés el desarrollo de la central nuclear y confíe en que esta será la solución, una vez que se haya dado término a los recursos hidráulicos existentes.

Seguridad.

Aún cuando para la época en que se instale la primera central atómica en el Uruguay, el grado de seguridad habrá aumen

tado en forma conveniente, razones psicológicas posiblemente - obligarán a instalar la central alejada de Montevideo, centro del consumo de energía.

Esta condición será una desventaja, en la comparación con la central convencional.

Reproceso del elemento combustible.

El número e importancia de centrales nucleares a - construir, no parece suficiente como para pensar en instalar - una planta de tratamiento y será necesario enviar los elementos combustibles al extranjero.

Considerables problemas deberán ser resueltos económicamente, por éste sólo motivo.

Personal especializado.

Gran número de personal deberá ser preparado, debiéndose recurrir a todos los medios, que permitan alcanzar éste fin.

Viajes a los centros de investigación y estudio norteamericanos y europeos como asimismo, a los países limítrofes, Argentina y Brasil.

Cursos especiales en las Facultades de Ingeniería, Química y Medicina. Preparación de personal en el país, mediante adquisición de Reactores de Investigación y entrenamiento, etc.-

Disponibilidad de la Central.

El largo período de indisponibilidad de la central nuclear, que se produce luego de una puesta fuera de servicio, constituye una desventaja importante en nuestro país. En efecto, la central nuclear para poder competir económicamente, debe ser de gran potencia y su puesta fuera de servicio, provocará un déficit importante de potencia, que será necesario compensar con unidades de reserva.-

3) - Características del sistema energético mixto hidráulico-atómico-térmico

En el inciso 1) de este mismo capítulo se estudian las características de los aprovechamientos hidráulicos del país, de las cuales resulta que para asegurar el suministro eléctrico en todas las circunstancias es necesario disponer de instalaciones complementarias de generación, cuya capacidad firme debe ser del orden del 55 % del pico anual, y cuya producción de energía ascenderá en promedio al 25% de la producción total; de lo cual resulta para las instalaciones complementarias, tomadas en conjunto, un factor de carga anual de 21 %.

Es indudable que el factor de carga indicado es sumamente bajo e inadecuado para centrales nucleares, por lo menos - de acuerdo con los actuales costos de instalación de dichas centrales. Por esta razón debe preverse para las centrales complementarias una importante participación de unidades térmicas convencionales, dejando la base del diagrama aplicable a dichas instalaciones complementarias para las centrales nucleares, las que podrán operar así a un factor de carga menos desfavorable.

Basándose en las curvas deficitarias de los ríos, y admitiendo un máximo aprovechamiento del caudal hidráulico en condiciones económicas, puede admitirse que las centrales hidráulicas trabajarán en promedio durante el 88% del tiempo en régimen normal, es decir, aplicada su potencia a la base del diagrama de cargas, y que durante el 12% restante funcionarán llevando solamente los picos del diagrama de cargas.

En estas condiciones, se han determinado y se agregan los diagramas de duración de cargas y de energía para las centrales complementarias, (lámina III - 5) así como también, a título ilustrativo, los diagramas de duración de cargas y energía del sistema total. (Lámina III - 6).

Surgen del primer diagrama indicado, los siguientes factores de utilización para las centrales térmicas complementarias:

- a) Faja 1 en base del diagrama, con una potencia del 10%
del pico anual - factor de utilización:

- b) Fajas 1 + 2, en la base del diagrama, con una potencia del 20 % del pico anual - factor de utilización: 38.2 %
- c) Fajas 1 + 2 + 3. en la base del diagrama, con una potencia del 30 % del pico anual - factor de utilización: 31.3 %
- d) Fajas 1/4, en la base del diagrama, con una potencia del 40 % del pico anual - factor de utilización: 25.7 %
- e) Fajas 1/5 (diagrama complementario total) con una potencia del 55 % del pico anual - factor de utilización: 21.3 %

Se observa que aún para la la. faja situada en la base del diagrama de las centrales complementarias, el factor de utilización es muy reducido para una generación nuclear en condiciones económicas, por lo cual los factores que inclinarían a instalar una central nuclear en tales condiciones deberían ser de otra naturaleza.

Es de hacer notar que los resultados enunciados precedentemente corresponden al caso ideal de un sistema hidráulico-térmico dotado de la potencia hidráulica correspondiente a la óptima generación hidráulica, y que hasta el presente solamente se ha producido esta circunstancia en una pequeña fracción del período de generación mixta.

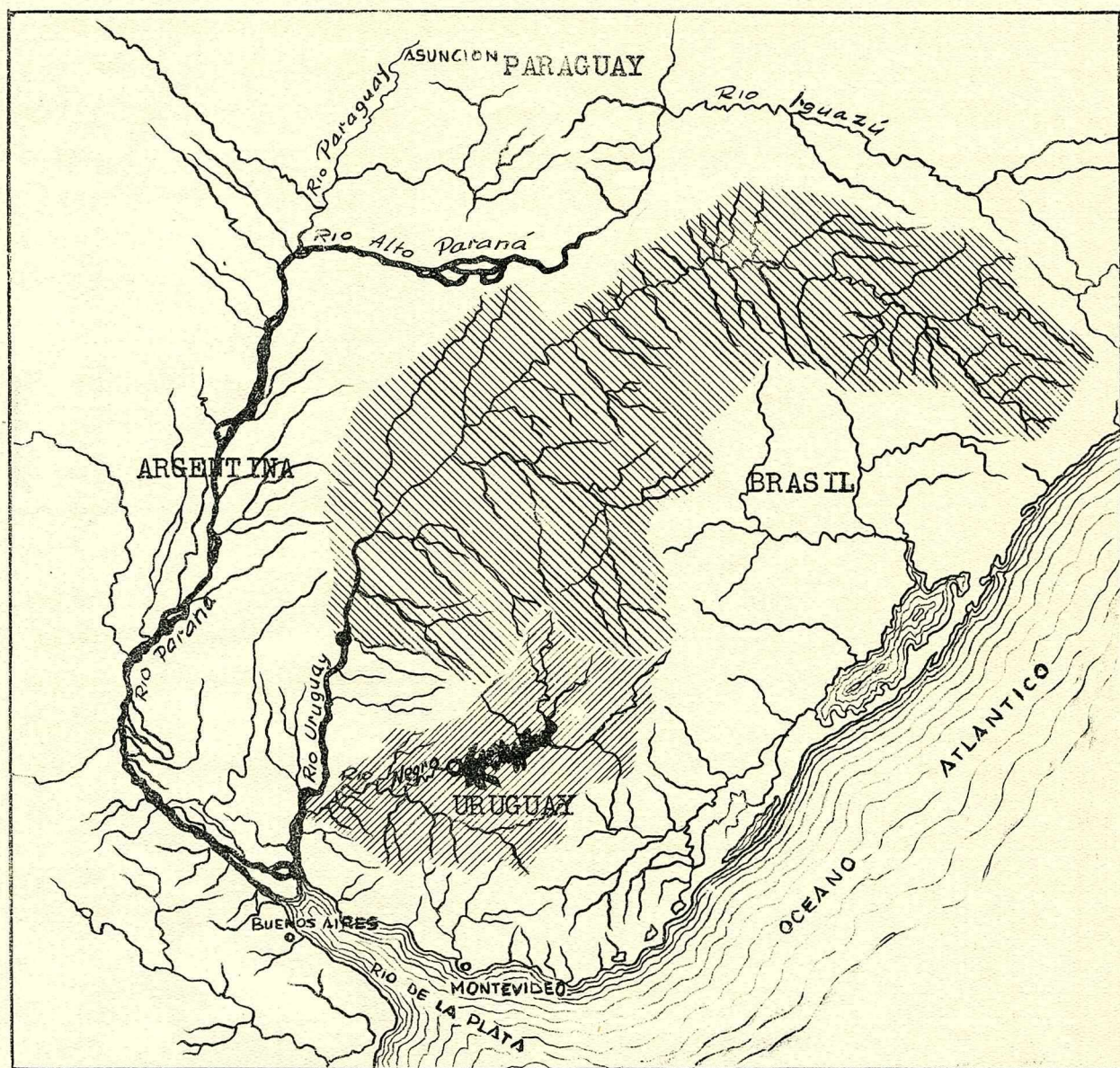
En los momentos actuales, por ejemplo, la producción térmica supera en promedio el 40 % de la producción total, y en estas condiciones el panorama para la generación nucleo-eléctrica se presenta mucho más favorable en el aspecto económico.

Asimismo, una vez agotados los recursos hidráulicos o en períodos en que por diversas razones se suspenda la construcción de dichos aprovechamientos, se presentarán nuevamente condiciones altamente favorables para la generación nucleo-eléctrica en competencia con la generación térmica convencional.

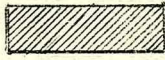
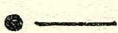
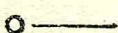
Por lo expuesto, no es posible en estos momentos prever la fecha en que podrá adoptarse la generación nucleo-eléctrica en gran escala. En cambio, es posible que se presenten a breve plazo circunstancias favorables para la instalación de pequeñas centrales nucleares en sustitución de las centrales diesel - de elevado costo de producción. Eventualmente estas centrales podrán ser conectadas a los extremos de las líneas que constituyen la red nacional de transmisión de energía.

Consideramos necesario destacar que la adopción de plantas nucleo-eléctricas no debe estar condicionada exclusivamente por el factor económico, siendo el Uruguay un país que no posee combustibles fósiles, hay factores que pueden inclinar a adoptar la generación nuclear, como la seguridad del servicio. Con respecto a este punto, cabe indicar que de presentarse una emergencia de carácter internacional que limite o impida el abastecimiento de combustibles convencionales, la facilidad de transporte de material fisiónable permitiría evitar los graves inconvenientes que fuera necesario afrontar durante la última guerra (Ver capítulo II - Inciso 2).

CUENCAS DE ALIMENTACION DEL RIO URUGUAY EN SALTO, Y
DEL RIO NEGRO

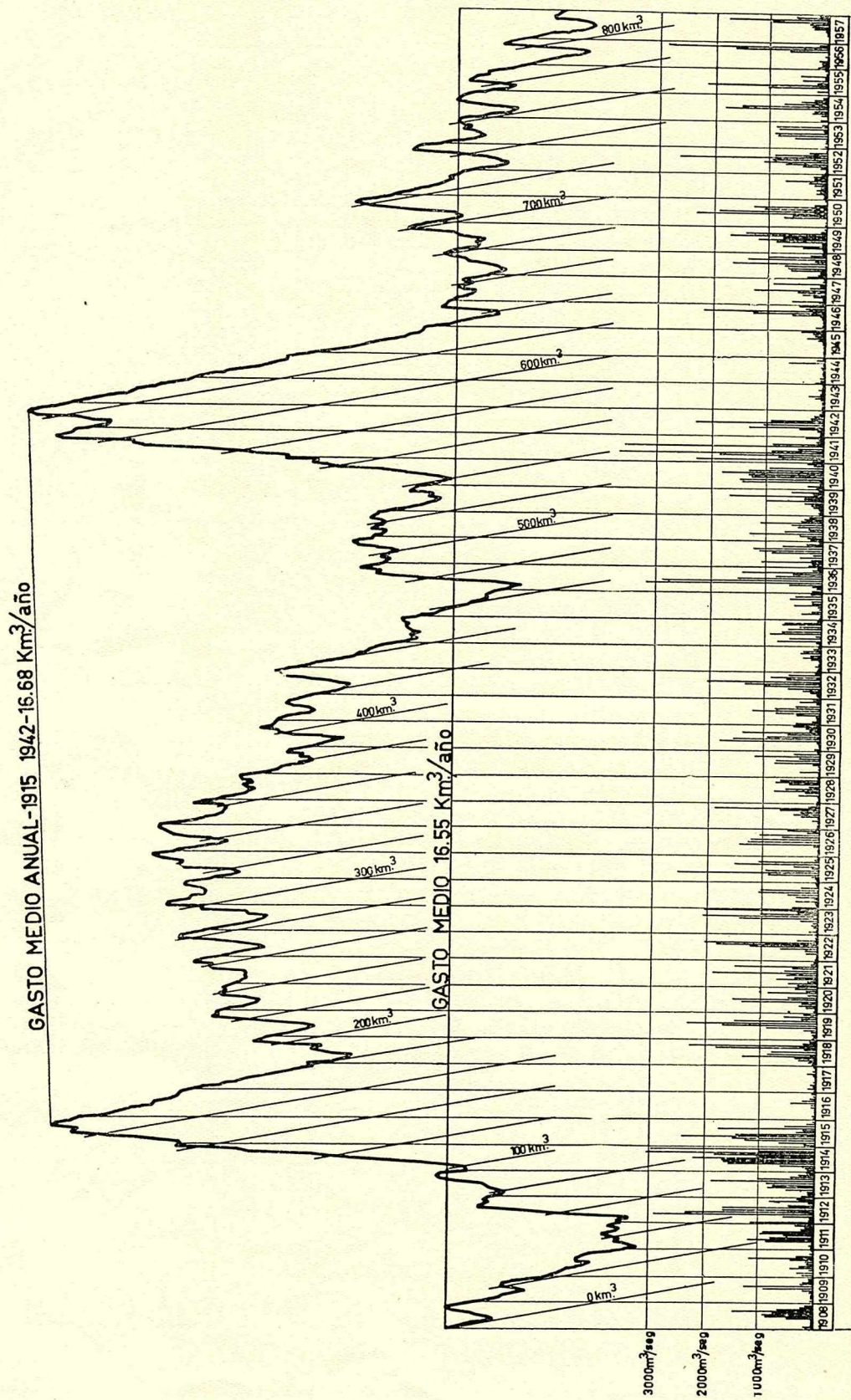


Referencias:

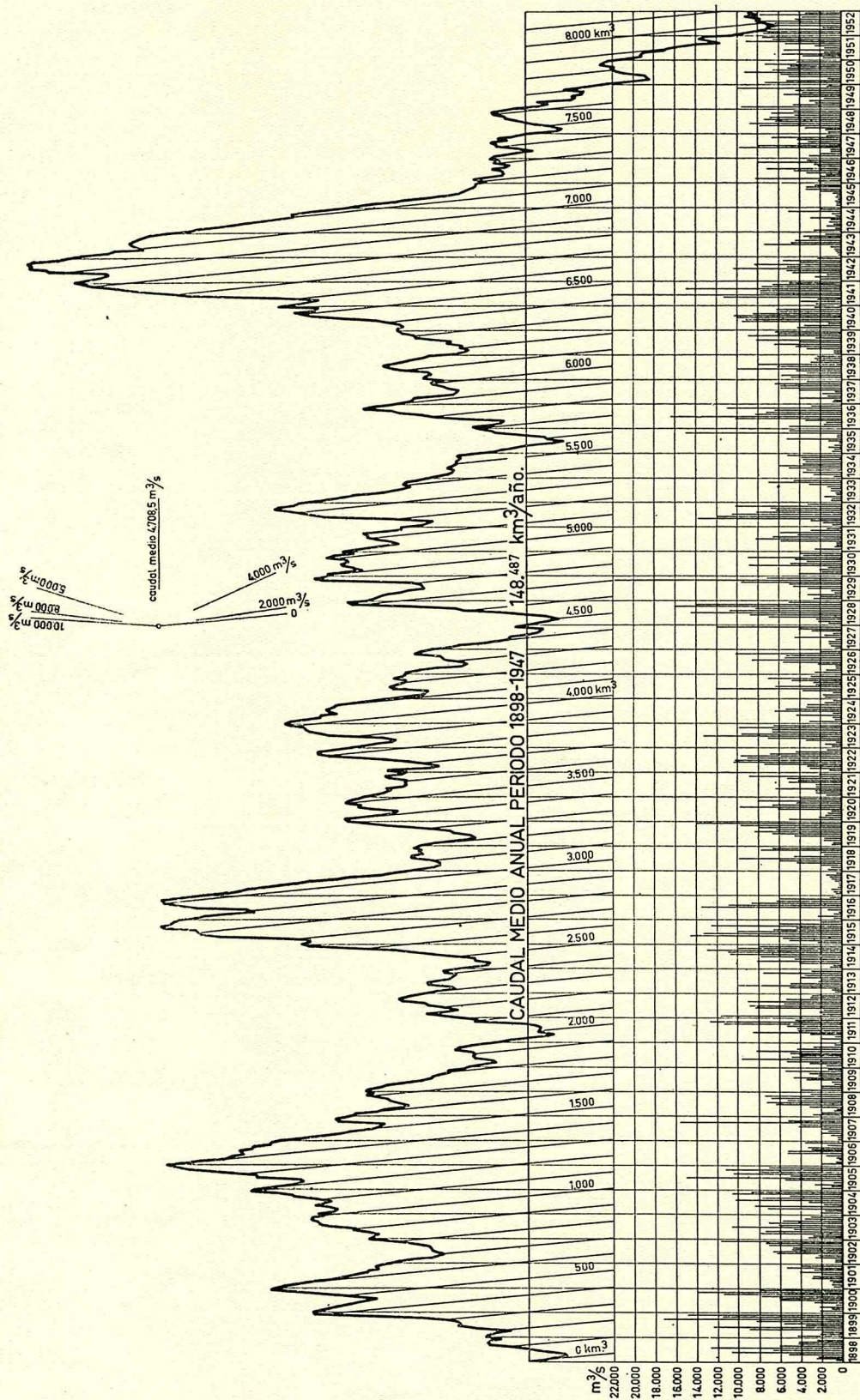
-  Cuenca del río Uruguay en Salto
-  Cuenca del río Negro
-  Salto Grande
-  Rincón del Bonete

RIO NEGRO

CURVA DE CAUDALES ACUMULADOS EN PASO DE LOS TOROS

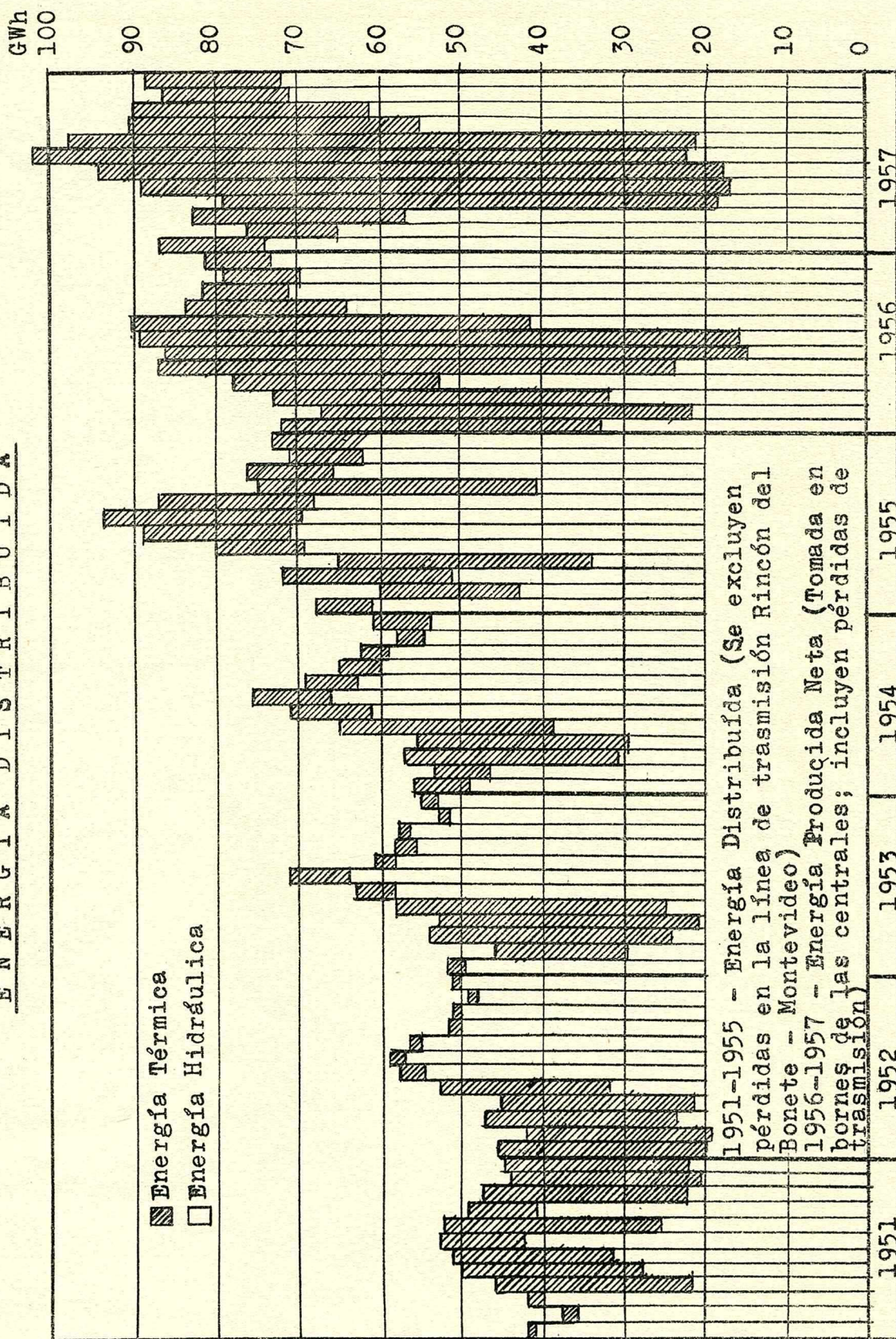


RIO URUGUAY CURVA DE CAUDALES ACUMULADOS EN PUERTO CONCORDIA

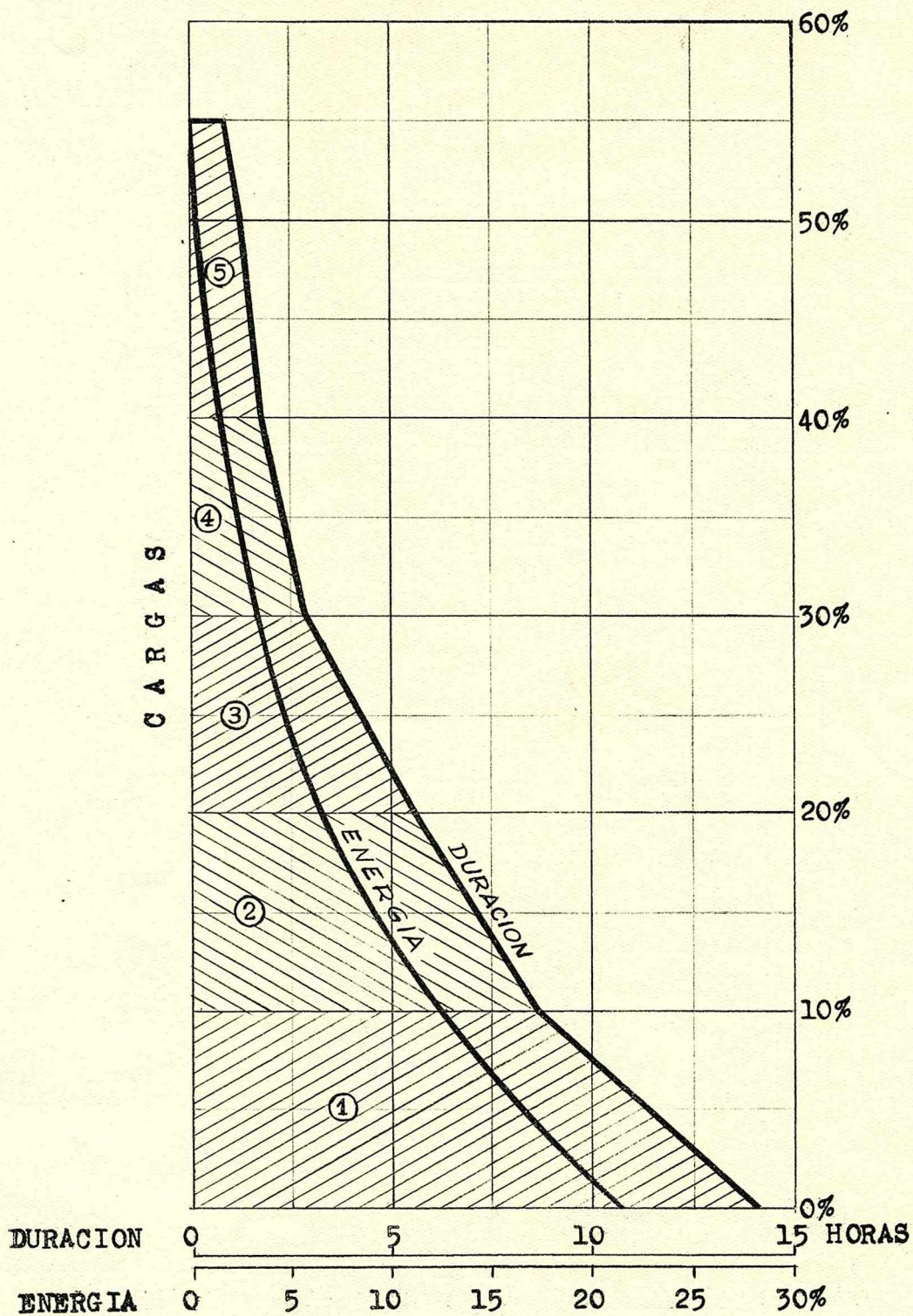


SISTEMA RINCON DEL BONETE - MONTEVIDEO

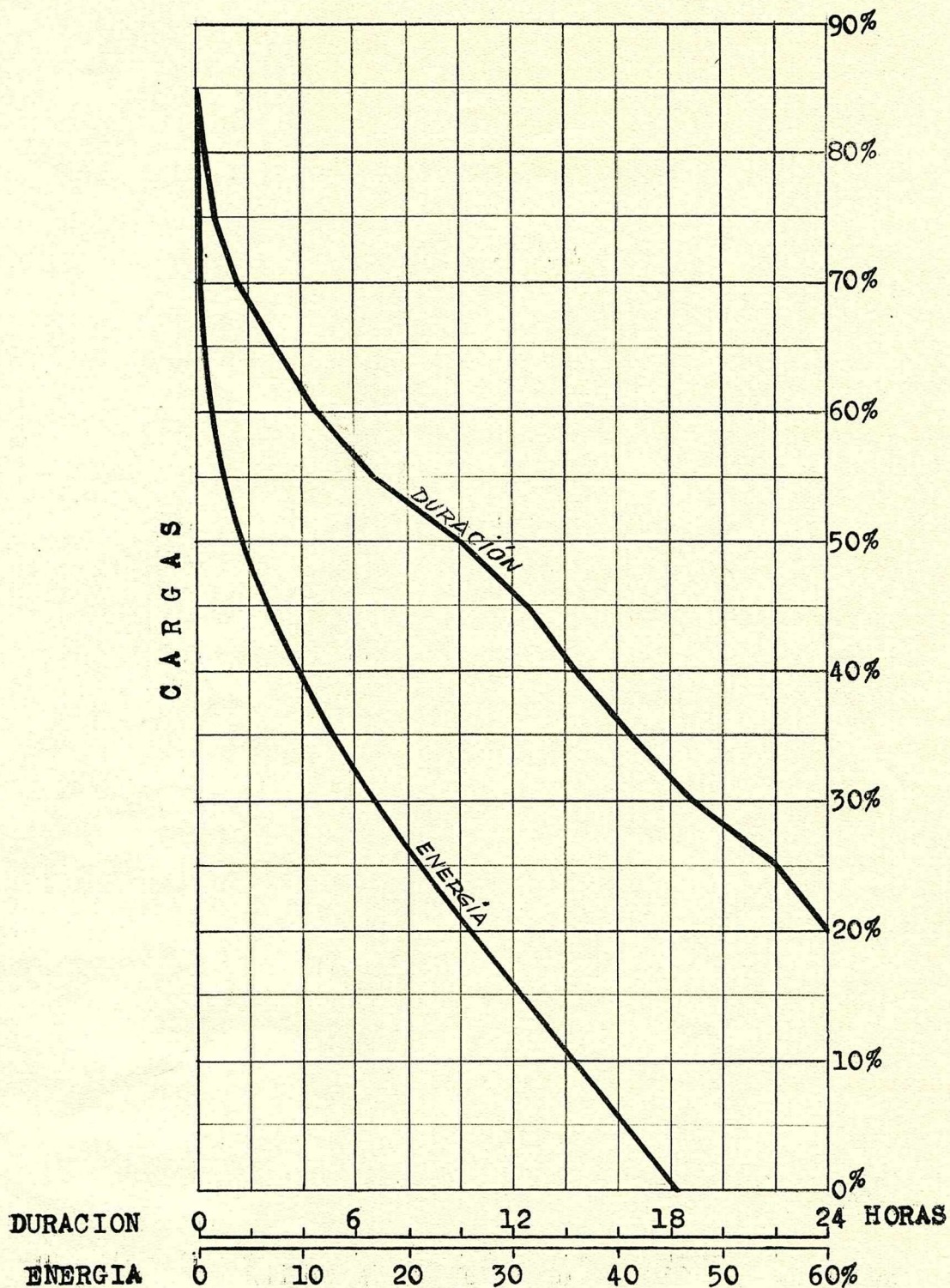
ENERGIA DISTRIBUIDA



DIAGRAMAS DE DURACION DE CARGA Y ENERGIA PARA CENTRALES COMPLEMENTARIAS



DIAGRAMAS DE DURACION DE CARGA Y ENERGIA SISTEMA TOTAL



A P É N D I C E

Investigaciones geológicas relacionadas con la existencia de minerales de uranio y torio en el Uruguay

Trabajos de prospección realizados por la ANCAP con la colaboración del Instituto de Física

La prospección de minerales radioactivos en el Uruguay se inició a principios de 1949 por el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería y Agrimensura.

En una primera exploración del territorio se pusieron de manifiesto dos ocurrencias: las arenas monacíticas del litoral sobre el Río de la Plata y Atlántico y el yacimiento uraniorífero de Sauce de Pan de Azúcar.

En 1950, la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) por intermedio de su División de Investigaciones Científicas, en colaboración con el Instituto de Física, tomó a su cargo los trabajos de prospección en una escala mayor y más intensa.

Se iniciaron entonces los trabajos de evaluación de esos yacimientos.

El resultado de esta labor puede resumirse así:

1º) - Yacimientos de arenas negras monacítico-ilmeníticas del litoral

a) - yacimientos denunciados y estudiados:

Playa de Atlántida

Playa de Bella Vista

Playa de La Floresta

Balneario San Luis

b) - yacimientos denunciados con estudios en marcha:

Cabo Polonio

Aguas Dulces

Punta Loberos

Zona desde Coronilla al Chuy

Zona del Río Cebollatí y Laguna Merín.

La evaluación de estos minerales, realizada en superficie, sin contarse con equipos adecuados para estudios en profundidad, ha arrojado un total de 760.000 toneladas de minerales pesados.

Debe señalarse que esta evaluación comprende exclusivamente la faja costera, no incluyéndose la cuenca submarina ni la zona interior, contiguas a la costa.

La composición media de estas arenas es aproximadamente la siguiente:

Ilmenita: 80 %

Rutilo : 2 %

Zircón : 10 %

Monacita: 4 %

Los trabajos de separación fueron realizados con una - espiral Humphreys, con cribas y separadores magnéticos.

Actualmente la ANCAP está planeando la adquisición de un equipo perforador para la extracción de testigos y una planta piloto de separación, con los cuales se espera llegar a cifras concretas. Se piensa también intensificar la búsqueda en las zonas adyacentes submarina y continental.

2º) - Yacimiento de minerales uranotoríficos de
Sauce de Pan de Azúcar

Este yacimiento, que presentó mucho interés durante su estudio superficial, debido a la radioactividad intensa en la zona, no ha confirmado en los estudios en profundidad esperanzas - puestas en él, por el momento, en base a los equipos y conocimien

tos actuales.

No obstante, en el plan general de prospección, se incluye la prosecución de trabajos en esta zona.

los actuales.
No obstante, en el plan general de prosecución, se la-
ciuye la prosecución de trabajos en esta zona.

Nómina de trabajos y publicaciones efectuados en el
Uruguay sobre minerales radioactivos

I - Trabajos realizados en el Instituto Geológico del
Uruguay y en la Sección Geoquímica de la Facultad
de Química y Farmacia

- 1 - Q.I. Juan C. Goñi.- (Bol. Fac. Ing. Vol. 4 N° 1 y Rev. Fac. Hum. y Ciencias, N° 9, pp. 209-236).
- 2 - Q.I. Juan C. Goñi.- El batolito de Sauce. (I.G.U., Bol. N° 35, 1956, Imp. Nac.).
- 3 - Q.I. Juan C. Goñi.- Estudio geoquímico de un mineral radioactivo existente en el Cerro Dos Hermanos (Dpto. de Maldonado). (I.G.U. Bol. N° 36, 1957, Imp. Nac.).
- 4 - Q.I. Juan C. Goñi.- Sur un phenomene d'alteration du Sphéne et les produits qui en resultent.
- 5 - Q.I. Jorge L. Servián
Q.I. Juan C. Goñi.- Nota sobre la adsorción de sales de uranilo por el dióxido de titanio hidratado. (Jornadas Químicas Rioplatenses).

II - Trabajos realizados en el Instituto de Física de
la Facultad de Ingeniería y Agrimensura

- 1 - W.S. Hill.- Elementos radioactivos en los huesos fósiles del terciario y del cuaternario. Ciencia e Investigación, Buenos Aires, Enero de 1950.
- 2 - Juan C. Goñi.- Arenas Negras Ilmenítico-Monacíticas del Uruguay. Bol. Fac. de Ingeniería, Vol. IV, N° 1, Mayo 1950.
- 3 - Juan C. Goñi.- Arenas negras ilmenítico-monacíticas del litoral sur uruguayo. Rev. de la Fac. de Humanidades y Ciencias, N° 9, 1952.
- 4 - S. Caticha Ellis.- Identificación de algunas sustancias cristalinas de las arenas ilmenítico-monacíticas del litoral Uruguayo por difracción de rayos X. Rev. de Ing. Oct. de 1954.

- 5 - S.Caticha Ellis y A.F. de Mercatini. Identificación por difracción de rayos X de los minerales de las arenas negras ilmenítico-monacíticas del litoral uruguayo. Bol.de la Facultad de Ingeniería, Vol. V, Nº 10, 1955.
- 6 - A.F.de Mercatini e I.W.de Ewenson.- Estudio de un mineral amarillo existente en las rocas radioactivas de Sauce de Pan de Azúcar utilizando Difracción de rayos X y espectrografía. Bol. de la Fac. de Ingeniería, Vol VI, Nº 1, Enero 1957.

Trabajos presentados a Las Cuartas Sesiones Químicas
Rioplatenses 4 al 7 de abril de 1957

- 7 - Walter S.Hill, Ana Mercatini.- Diferenciación de zircones de Pan de Azúcar y de las arenas del Litoral por difracción de Rayos X.
- 8 - Walter S.Hill y Ana Mercatini.- Minerales radioactivos de una roca de Sauce de Pan de Azúcar.
- 9 - Sven Furberg y Ana María Sanna.- Estructura del mineral Monacita.
- 10 - Walter S.Hill y Ruben Novaro.- Espectrografía gamma de minerales.

Trabajos de ANCAP que se conservan en su Archivo
de Informes de ANCAP

- 1950 - W.S.Hill.- Arenas negras radioactivas del Litoral Uruguayo.
- 1950 - W.S.Hill.- Separación Magnética de las arenas negras.
- 1950 - W.S.Hill.e I.W.Ewenson.- Análisis espectrográfico de las arenas negras.

- 1950 - Juan C. Goñi.- Análisis Químico de las arenas negras.
- 1952 - W.S. Hill.- Minerales uraníferos de Sauce de Pan de Azúcar.
- 1955 - W.S. Hill.- Prospección superficial en San Jacinto con contadores de Centelleo y G.M.
- 1956 - Piriz Mac Coll y col.- Estimación de la cantidad de minerales pesados en la zona de Atlántida.
- 1956 - W.S. Hill, S. Furberg y col.- Mineral Uranífero de Sauce de Pan de Azúcar.
- 1956 - W.S. Hill y col.- Minerales de Sauce de Pan de Azúcar.
- 1956 - W.S. Hill, Benedetti y Mujica.- Minerales de Sauce de Pan de Azúcar.
- 1956 - C. Piriz mac Coll.- Estado actual de los conocimientos sobre arenas radioactivas del Uruguay.
- 1956 - A.F. de Mercatini e I.W. de Ewenson.- Estudio de un mineral amarillo y de sus inclusiones radioactivas de una roca de Pan de Azúcar.
- 1957 - M. Benedetti y col.- Estimación de la cantidad de minerales pesados de las zonas de las playas "Las Flores" y "Bella Vista".
- 1957 - W.S. Hill y col.- Zircones uruguayos.
- 1957 - A.F. de M. e I.W. de Ewenson.- Estudio de un mineral amarillo de las rocas radioactivas de Sauce de Pan de Azúcar, por difracción de rayos X y espectrografía.
-

- 1950 - Juan C. Goni - Analista Químico de las arenas negras.
- 1952 - W.S. Hill - Minerales graníticos de Sance de Pan de Azúcar.
- 1953 - W.S. Hill - Prospección superficial en San Jacinto de con contadores de Centímetros y G.H.
- 1955 - Fritz Mac Coll y col. - Estimación de la cantidad de minerales pesados en la zona de Atlatzahuatl.
- 1956 - W.S. Hill, S. Turberg y col. - Mineral Granítico de Sance de Pan de Azúcar.
- 1956 - W.S. Hill y col. - Minerales de Sance de Pan de Azúcar.
- 1956 - W.S. Hill, Benediti y Mujica - Minerales de Sance de Pan de Azúcar.
- 1956 - C. Fritz Mac Coll - Estado actual de los conocimientos en las arenas radiactivas del Uruguay.
- 1956 - A.F. de Mercuriano y I.W. de Ewenston - Estudio de un mineral amarillo y de sus inclinaciones radiactivas de una zona de Pan de Azúcar.
- 1957 - M. Benediti y col. - Estimación de la cantidad de minerales pesados de las zonas de las pilas y "Las Flores" y "Hollis Vista".
- 1957 - W.S. Hill y col. - Zirconos uraníferos.
- 1957 - A.F. de Mercuriano y I.W. de Ewenston - Estudio de un mineral amarillo de las rocas radiactivas de Sance de Pan de Azúcar, por difusión de rayos X y espectroscopía.

